Aus der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus,
Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. A. Rütt

INDIKATION UND ERGEBNISSE DER VORVERLAGERUNG DER TUBEROSITAS TIBIAE IN DER TECHNIK NACH ROUX/ELMSLIE, MAQUET/BLAUTH UND MAQUET/BANDI

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
vorgelegt von

Peter Schindler
aus Bayreuth

Würzburg, den 9. Juni 1982

Aus der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus,
Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. A. Rütt

INDIKATION UND ERGEBNISSE DER VORVERLAGERUNG DER TUBEROSITAS TIBIAE IN DER TECHNIK NACH ROUX/ELMSLIE, MAQUET/BLAUTH UND MAQUET/BANDI

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
vorgelegt von

Peter Schindler
aus Bayreuth

Würzburg, den 9. Juni 1982

Referent:	Professor Dr. W. Küßwetter
Korreferent:	Professor Dr. A. Rütt
Dekan:	Professor Dr. K.-A. Bushe

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Juli 1982

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Inhaltsverzeichnis

Seite

A. Allgemeiner Teil

I. Einleitung und Aufgabenstellung 1

II. Anatomie des Kniegelenkes

1. Die knöchernen Anteile
   a) Die Gelenkrollen des Oberschenkels 6
   b) Die Gelenkfläche des Tibiakopfes 8
   c) Das Femoropatellargelenk 9
      α) Die Patellagelenkfläche
      β) Das femorale Gleitlager
2. Die weichteiligen Anteile
   a) Die Kreuzbänder 12
   b) Die Kapsel- und Kollateralbänder 14
   c) Die Muskeln des Kniegelenkes 16
3. Spezielle Anatomie der Patellaaufhängung 17

III. Die Biomechanik des Kniegelenkes

1. Die Gelenkmechanik des Femorotibialgelenkes 19
2. Die Gelenkmechanik des Femoropatellargelenkes
   a) Die Funktion der Patella 23
   b) Gleitlager und Gleitbahn der Patella 24
   c) Statik = Berechnung der auf das Femoropatellargelenk einwirkenden Kräfte 28
   d) Die femoropatellaren Kontaktflächen 30

IV. Die Pathomechanik im Femoropatellargelenk

1. Die Dysplasien der Patella und die daraus resultierenden Folgen für die Gelenkmechanik
   a) Die Aplasie der Patella 31
   b) Die Hypoplasie der ganzen Patella 31

c) Die partielle Hypoplasie der Patella 32
d) Die Patella multipartita 33
2. Die Dysplasien des Femurgleitlagers
a) Die Hypoplasie des medialen Anteils 35
b) Die Hypoplasie des lateralen Anteils 35
c) Die Hypoplasie beider Kondylen 36
d) OUTERBRIDGE ridge 36
3. Fehlstellungen der Patella
a) Hochstand der Patella = Patella alta 38
b) Tiefstand der Patella = Patella baja 43
4. Achsenfehlstellungen des Beines 44
5. Störungen der weichteiligen Führung
a) Muskelapparat 45
b) Kapsel- und Bandapparat
1. Subluxation der Patella 46
2. Habituelle Patellaluxation 47
3. Rezidivierende Patellaluxation 47

V. Gelenkknorpelveränderungen

1. Die Chondropathia patellae 48
2. Die Femoropatellararthrose 49

VI. Behandlungsverfahren 50

Operative Therapie
1. Operationen zur Normalisierung des Gleitweges
a) Das Verfahren nach KROGIUS 51
b) Das Verfahren nach GOLDTHWAIT 51
c) Die Medialisierung und Distalversetzung der Tuberositas tibiae nach ROUX/ELMSLIE 52
d) Die Retinakulum-Spaltung 53
e) Die Normalisierung des Gleitweges bei Patella alta 54

Seite

2. Operationen zur Verbesserung der Gleitfläche 55
3. Maßnahmen zur Reduzierung des retropatellaren Druckes 55
- Operationstechnik der Ventralverlagerung der Tuberositas tibiae n. MAQUET/BANDI 56
- Operationstechnik der Medialisierung und gleichzeitigen Ventralisierung der Tuberositas tibiae n. MAQUET/BLAUTH 58
4. Die Patellektomie und Patellaplastik 59
5. Kniegelenksprothesen 59

B. Spezieller Teil

I. Material 60
a) Indikationsstellung zur operativen Behandlung 60
b) Nachuntersuchungszeitraum 63

II. Methodik der Untersuchungen

1. Klinische Untersuchung 64
2. Röntgenologische Untersuchung 68
2.1. Die a.p.-Aufnahme 69
2.2. Die Seitenaufnahme bei 30 ^{o} Beugung 69
2.3. Tangentialaufnahmen 70

III. Ergebnisse

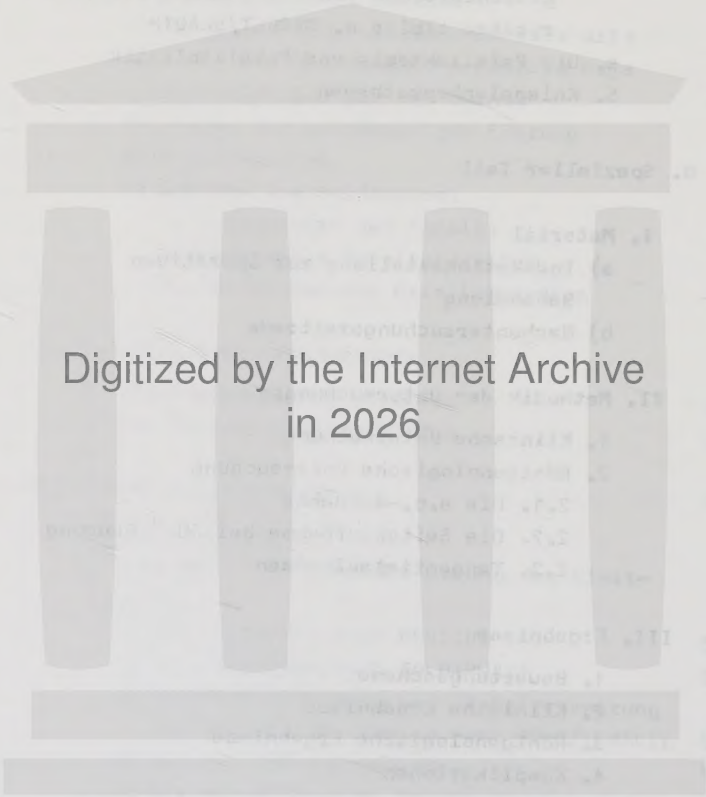
1. Bewertungsschema 72
2. Klinische Ergebnisse 73
3. Röntgenologische Ergebnisse 76
4. Komplikationen 79

IV. Zusammenfassende Wertung und Diskussion der Ergebnisse 81

V. Zusammenfassung 91

C. Literaturverzeichnis I - VIII

D. Anhang (Untersuchungsbogen) 1 - 5



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543526_0006

A. ALLGEMEINER TEIL

I. Einleitung

Eine der häufigsten Ursachen für Beschwerden im Kniegelenk ist die Chondropathia patellae.
BANDI gibt an, daß bei 50 Prozent aller seiner Patienten mit Kniebeschwerden eine Chondropathia patellae vorliegt.
Die Literatur der letzten Jahre ist voll von Berichten über Chondropathia patellae; es gibt jedoch unterschiedliche Auffassungen darüber, was die ätiologischen Faktoren sind, wie die Diagnose gesichert werden kann und schließlich, wie die Behandlung erfolgen soll.
Der Begriff "Chondropathia patellae" wurde zum ersten Mal von BÜDINGER benutzt, als er 1906 von Knorpelerweichung und Rissen in der knorpeligen Patellaoberfläche berichtete.
Die Ursache für diese wohl bekannten und typischen Knorpelveränderungen war nicht bekannt, aber viele Jahre lang begünstigte die vorherrschende Lehrmeinung eine alleinige traumatische Pathogenese.
Im Laufe der 40er Jahre wich man dann langsam von der Auffassung einer alleinigen traumatischen Entstehung der Chondropathia patellae ab. Man glaubte nunmehr, daß eine Fehlform oder Fehlentwicklung = Dysplasie des Femoropatellargelenkes als Hauptentstehungsursache einer Chondropathia patellae anzuführen sind.
WIBERG (1941) glaubte an übermäßigen lokalen Druck als Ursache und bezog sich dabei auf die besondere dysplastische Form der jeweils betroffenen Kniescheiben.
WILLS et al. betrachten die Chondropathia patellae als Vorläufer von Osteoarthritis, und es ist sowohl von klinischen als auch von Autopsiestudien bekannt, daß Gelenkdegeneration altersabhängig und im Alter mehr die Regel als die Ausnahme ist.
Die klinische Erfahrung zeigt aber auch, daß selbst eine ausgedehnte Patelladegeneration asymptomatisch verlaufen kann.
Häufig ergibt sich die Diagnose der Chondropathia patellae als Nebenbefund bei einer Meniskektomie (INSALL).

OUTERBRIDGE beschrieb eine morphologische Abnormität (einen abnormen Grat = "Outerbridge Ridge" am oberen Rand der Femurgelenkfläche) als auslösende Ursache. Obwohl dieser "Outerbridge Ridge" in manchen Fällen gefunden werden kann, ist er jedoch in den meisten Fällen nicht vorhanden.
GOODFELLOW versuchte, die altersbedingte Chondropathia patellae, die oft asymptomatisch ist, von solchen Chondropathien abzutrennen, die Symptome verursachen und beschrieb eine abnorme scheibenförmige Knorpelerweichungsstelle auf der medialen Patellafacette und den anliegenden Teilen des medianen Patellafirsten. Er gibt erfolgsversprechende Resultate nach Exzision der lokal begrenzten Knorpelerweichungsherde an.
FICAT glaubt, daß exzessiver lateraler Druck ein wichtiger Faktor für die Entstehung retropatellarer Schmerzen sein kann und empfiehlt eine Entlastung durch Spaltung des lateralen Retinakulums der Patella.
INSALL et al. beschreiben einen hohen Anteil an Instabilität im Femoropatellargelenk (Subluxation, Luxation), verursacht durch eine Dysplasie im Femoropatellargelenk bei Patienten mit retropatellaren Schmerzen.
BANDI gliedert die möglichen ätiologischen Faktoren einer Chondropathie in exogene und endogene Faktoren, die in Tabelle 1 anschaulich dargestellt sind.
Betrachtet man nun die endogenen Formen der Chondropathie, die den überaus größten Anteil ausmachen, näher, so liegt all diesen Formen eine Störung der Gelenkmechanik durch eine Inkongruenz im Femoropatellargelenk zugrunde (BANDI, FICAT, MAQUET et al.).
Beispielsweise führt nicht die mangelhafte Ausbildung der Patella sondern die daraus resultierende Pathomechanik im Femoropatellargelenk zu einer Schädigung des Gelenkknorpels.
WIBERG war einer der ersten, der sich näher mit der Biomechanik und Pathomechanik des Femoropatellargelenkes befaßte. Er beschrieb an Kniegelenken von gefrorenen Leichen die Gleitbahn der Patella und die bei jeder Bewegung wechselnden Knorpelkontaktflächen zwischen

Tabelle 1: Pathogenese der Chondromalacia patellae und der Femoropatellar-Arthrose (n. BANDI)

Mechanische Überbeanspruchung

Exogen (Trauma)

direkt, akut:

Knorpel:
- Kontusion
- Ruptur
- (Abscherung)

Knochen:
- Fraktur
  - Patella
  - Kondyli
  - Schaft
  - Kondyli
  - Tibiakopf

– Stufe

Achsen- und Rotationsfehlstellung

chronisch:
- Überlastung:
  - Sport
  - Beruf
  - Gewicht

indirekt, akut:

Distorsion
unkoordinierte Bewegung

chronisch:
- posttraumatisch neuromuskul. Ausfälle, Überlastung im Restglied nach Amputation
- posttraumat. Sudeck

Endogen

Dysplasien der Patella:
- WIBERG III
- Patella parva
- magna
- partita

Fehlstellung der Patella:
- Lateralisation
- chron. Subluxation
- rezid. Lux. Patella alta

Dysplasie der Kondyli Fem. Med. Stufe
Rotationsfehler

Gestörte Regeneration:

1. Veränderung der Synovia
   - Infektion
   - Auto-toxisch
   - Autoimmunoreakt. (PCP)
2. Veränderung der Zirkulation
   - Art. Sklerose
   - Thrombose
   - Neurogener Sudeck
3. Endokrin:
   - Hypothyreose
   - Postklimakt. Osteoporose

Patella und Femurkondylen. Diese kleinflächige Kongruenz zwischen Patellafacetten und Gelenkflächen der Femurkondylen hat eine Vergrößerung des femoralen Anpressdruckes pro cm^2 Fläche zur Folge, der bei gegebenem Körpergewicht eine Funktion des Beugewinkels im Kniegelenk ist. BANDI berechnet für eine Flexion von 90^0 einen Anpreßdruck von 300 bis 500 Kp, je nach Lage des Schwerpunktes. Dieser Wert ist beeindruckend, wenn man bedenkt, daß jeweils nur ein Drittel der Pateallarückfläche in Kontakt mit den Femurkondylen steht.
BANDI, INSALL, OUTERBRIDGE, NOESBERGER und viele andere Autoren glauben deshalb, daß dysplastische Formen der Patella, Patellahochstand, Lateralisierung der Patella in Form einer lokalen Druckerhöhung als Ursache der Knorpelschädigung anzusehen sind.
Kommen zu dieser endogenen mechanischen Überbeanspruchung noch exogene Faktoren wie z. B. Sport, Übergewicht oder extreme berufliche Beanspruchung (Fliesenleger) dazu, so treten Beschwerden im Sinne einer Chondropathia patellae auf.
Man kann somit oft von einer multifaktoriellen Genese der Knorpelschädigung sprechen.
Ensprechend der Vielzahl von möglichen Faktoren für die Entstehung einer Knorpelschädigung im Femoropatellargelenk gibt es auch eine Vielzahl von Behandlungsmöglichkeiten.
Die Palette der konservativen Behandlungsmö glichkeiten reicht von der uralten Schröpfmethode bis zur Gelenkspülung mit Cytostatika, wobei jeweils 80 Prozent Erfolge angegeben werden.
Die konservativen Methoden lassen sich im wesentlichen in drei Gruppen einteilen: Verbesserung der Statik, physikalische Maßnahmen, medikamentöse Therapie.
Die operativen Behandlungsverfahren lassen sich im wesentlichen in vier große Gruppen gliedern:

- Operationen zur Veränderung der Gleitbahn in der Frontalebene
- Operationen zur Druckentlastung im Femoropatellargelenk
- Patellektomie
- Prothesen.

Eine genauere Ausführung und Beschreibung all dieser Behandlungsprinzipien erfolgt unter Punkt IV im Speziellen Teil dieser Arbeit.

In der vorliegenden Arbeit wird nun der Versuch unternommen, drei Operationsmethoden zur Behandlung von Dysplasie und Chondropathie im Femoropatellargelenk näher zu untersuchen.

Bei den drei Operationsmethoden, die seit Jahren, z. T. Jahrzehnten an der Orthopädischen Universitätsklinik, dem König-Ludwig-Haus, in Würzburg durchgeführt werden, handelt es sich um:

1. Die Medialisierung und Distalversetzung der Tuberositas tibiae nach ROUX/ELMSLIE
2. Die Medialisierung und gleichzeitige Ventralverlagerung der Tub. tibiae nach MAQUET/BLAUTH
3. Die Ventralverlagerung der Tub. tibiae nach MAQUET/BANDI

Anhand von retrospektiven Untersuchungen sollen die Behandlungsergebnisse dieser drei Operationsverfahren, soweit möglich, vergleichend gegenübergestellt und mit Ergebnissen anderer Autoren verglichen werden.
Weiterhin soll geklärt werden, ob und in welchem Umfang diese angewandten Operationen die durch Dysplasien oder andere endogene Faktoren entstandene Pathomechanik im Femoropatellargelenk und deren Folgen positiv beeinflussen können.
Zusätzlich soll untersucht werden, welche Indikationsstellung sich für die einzelnen Operationsverfahren ergibt und in welchem Zusammenhang klinische und röntgenologische Befunde bei den nachuntersuchten Patienten stehen.

II. Anatomie des Kniegelenkes

Im Kniegelenk sind Ober- und Unterschenkel beweglich miteinander verbunden. Der Bewegungsumfang hierbei geht von 5 ° Überstreckung bis 140 ° Beugung. Durch Bänder und Gelenkkapsel allein ist das Gelenk in voller Überstreckstellung so arretiert, daß das aufrechte Stehen ohne aktive Tätigkeit des M. quadrizeps möglich ist.
Verschiebungen zur Seite werden durch die Seitenbänder gesperrt. Bewegungen des Unterschenkels gegen den Oberschenkel in dorso-ventraler Richtung lassen die Kreuzbänder nicht zu. Die Verriegelung des Gelenkes durch die genannten Bänder ist nur in voller Streckstellung vollkommen.
Die Gelenkkörper von Unter- und Oberschenkel laden nach hinten aus, so daß der Drehungsmittelpunkt des Gelenkes nach dorsal verschoben ist (Retroposition). Dadurch kann dieses Gelenk im Gegensatz zum Ellenbogengelenk so weit gebeugt werden, daß der Unterschenkel den Oberschenkel berührt. Breit ausladende Gelenkkörper erhöhen die Belastbarkeit des Gelenkes, und die Unterteilung der Oberschenkelgelenkfläche in zwei Rollen ermöglicht Rotationsbewegungen des Unterschenkels in Beugestellung.
Um die Berührungsstellen der inkongruenten Gelenkkörper von Ober- und Unterschenkel herum liegen knorpelige, verformbare und verschiebliche Zwischenscheiben (Menisci). Sie verbreitern die Berührungsflächen zwischen Oberschenkelrollen und Schienbeinkopfgelenkflächen. Der übrige Gelenkraum ist von einem Fettkörper ausgefüllt, der sich bei Bewegungen den jeweiligen Raumverhältnissen anpaßt.

1. Die knöchernen Anteile des Kniegelenkes sind:
   a) Die Gelenkrollen des Oberschenkels (Condyli femoris)

      Sie sind das verbreiterte distale Ende des Oberschenkelknochen. In seitlicher Ansicht haben die Oberschenkelrollen keinen walzenförmigen Querschnitt, sondern die Form einer sich hinten einrollenden Spirale. Die Krümmungsradien der Spirale sind ventral größer als dorsal.

Die Verbindungslinie der Krümmungsmittelpunkte heißt Evolute (s. Abb. 1).

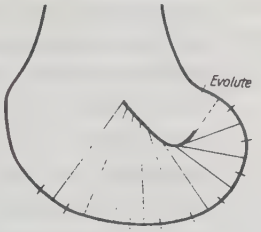


Abb. 1:

Schematische Darstellung der sagittalen Krümmung der Oberschenkelrolle

Infolge der unterschiedlich langen Krümmungsradien ändert sich der Spannungszustand der Führungsbänder bei verschiedenen Gelenkstellungen. Die mediale Gelenkrolle läd weiter nach dorsal aus als die laterale. Die laterale Rolle, in sich gerade, verjüngt sich in den dorsalen Abschnitten. Die mediale Rolle ist, bei gleichbleibender Breite, in sich so gekrümmt, daß Innen- und Außenrand lateralwärts konkave Begrenzungsflächen haben. Schenkelrollen und Kniescheibenlager sind von Knorpel überzogen, der an der Grenze zwischen mittlerem und dorsalen Rollenabschnitt mit 5 - 7 mm Dicke am stärksten ist (LANZ-WACHSMUTH).
Gegen die Ränder und gegen die Fossa intercondylica wird er zunehmend dünner (1,5 - 2,5 mm, FICK). Seine Schicktdicke ist an der Trennungslinie zwischen Kniescheibenlager und den angrenzenden Rollenabschnitten am geringsten.

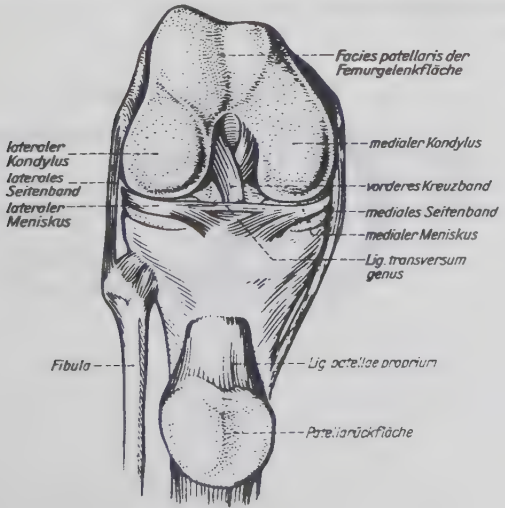


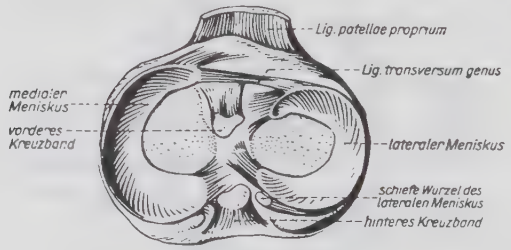
Abb. 2:

Rechtes Kniegelenk v. vorn (n. ZIPPEL)

b) Die Gelenkfläche des Tibiakopfes

Die Gelenkfläche des Tibiakopfes ist in zwei pfannenartige elliptoide Gelenkflächen (Facies articulares tibiae proximales) unterteilt, auf denen sich die Oberschenkelrollen abstützen. Dazwischen liegt ein knorpelfreies Mittelfeld (Area intercondylica) mit den Kreuzbandhöckern (Eminentia intercondylica).
Entsprechend der weiter nach dorsal ausladenden medialen Gelenkrolle ist auch die mediale Tibiagelenkfläche länge als die laterale. Die Gelenkflächen des Tibiakopfes sind zur Mittelachse der Tibia nach hinten versetzt (Retropositio) und im Mittel um 4 ^{o} nach dorsaldistal geneigt (Retroversio). Die Retroversio ist beim Neugeborenen wesentlich stärker (über 20 Grad) und normalisiert sich im Kindesalter. Wegen der verstärkten Retroversio können Neugeborene und auch Säuglinge das Kniegelenk nicht vollkommen strecken.
Der Knorpelbelag ist in der Mitte der Pfannen am stärksten (4 - 5 mm), am Rande schwächer (ca. 2 mm). Bei normal gebautem Kniegelenk werden der mediale und laterale Gelenkabschnitt gleichmäßig belastet. Genua valga überlasten den lateralen, Genua vara dagegen den medialen Gelenkteil. Erhöhter Knorpelverschleiß und Arthrosis deformans sind Folgen solcher Überlastungen.

Abb. 3: Rechte Tibiagelenkfläche mit den Menisken in der Ausicht (n. ZIPPEL)



c) Das Femoropatellargelenk

Es besteht aus Patella und dem dazugehörigen Femurgleitlager, das von den zwei Kondylen und dem dazwischenliegenden Sulcus intercondylaris gebildet wird.

α) Die Patellagelenkfläche

Mit ihrer Spitze distalwärts gerichtet vervollständigt die in den mächtigen M. quadrizeps als Sesambein eingeflochtene Patella das Kniegelenk. Die Patella ist im weiteren Sinne ein dreieckiger abgeplatteter Knochen mit abgerundetem Rand, der meist breiter als hoch ist, was aus dem Index nach VALLOIS:

$$I = \frac{\text{Breite} \times 100}{\text{Höhe}},$$

der immer größer als 100 ausfällt, deutlich wird (FICAT).
Die Dicke der Patella ist sehr variabel und beträgt im Durchschnitt 2 - 3 cm (FICAT).

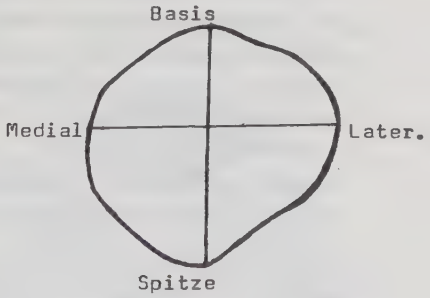


Abb. 4: Schematische Darstellung der Patella

Die Patella hat zwei Flächen, eine Facies anterior, wo der M. quadrizeps und das Lig. patellae ansetzen, die Facies posterior oder articularis, einen lateralen und medialen Rand, eine Basis (kranial) und eine Spitze (caudal).
Die Facies posterior ist im unteren Viertel stark zerklüftet (hier setzen Lig. patellae und der HOFFAsche Fettkörper an) und in den oberen drei Vierteln mit hyalinem Knorpel überzogen (Knorpeldicke bis zu 6 mm). Die sattelförmige Facies posterior findet in der Hohlkehle zwischen den Femurkondylen ihr Gleitlager und legt beim Bewegungsvorgang einen Weg von 6 cm zurück (BLUMENSAAT).
Die Facies articularis ist durch einen medianen Firsten in laterale und mediale Kniescheibenfacette unterteilt. Während die laterale Kniescheibenfacette fast immer breitflächig ausgebildet ist, ist die Form und Größe der medialen Facette großen individuellen Schwankungen unterworfen.
Dem Vorschlag von WIBERG und BAUMGARTL entsprechend unterscheidet man verschiedene Haupttypen:

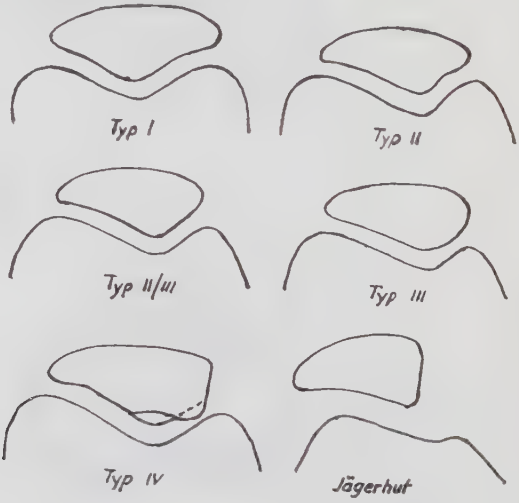


Abb. 5:
Formvarianten der Patella nach WIBERG und BAUMGARTL

Typ I: Beide konkaven Facetten sind annähernd gleich groß, der First liegt in der Mitte (WIBERG).

Typ II: Die mediale Facette ist kleiner als die

laterale, beide Facetten sind konkav, (WIBERG).

Typ II/III: Die kleine mediale Facette ist weder konkav noch konvex, sondern plan (BAUMGARTL).

Typ III: Die mediale Facette ist noch kleiner als bei Typ II, aber konvex (WIBERG).

Typ IV: Die kleine mediale Facette springt knorrenartig vor. Häufig bei Osteochondrosis dissecans vorkommend (BAUMGARTL).

Nach einigen französichen Autoren gibt es noch die sogenannte Jägerhutform der Patella, bei welcher die mediale Facette total fehlt (medial rechter Winkel).

Die Struktur der Patella betreffend kann man auf einem Querschnitt (entsprechend einer Tangentialaufnahme) zwei Verdichtungszonen unterscheiden, die die Basis der Trabekelstruktur darstellen (FICAT).

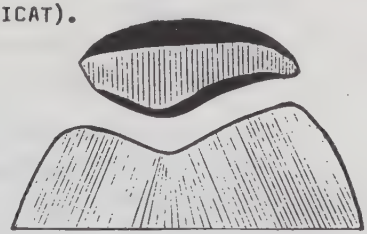


Abb. 6:

Schematische Darstellung der Patellastruktur mit ihren zwei Compactaschichten

a) Eine oberflächliche frontale Verdichtungszone, die zuweilen im Bereich des Firsten tief in die Spongiosa hineinreicht.

b) Eine tiefe oder hintere Verdichtungszone, die die Konturen der Facetten bildet. Sie ist auf Grund des oftmaligen äußeren Übergewichtes lateral stärker ausgeprägt, während sie medial oft gar nicht zum Rand reicht.

Zwischen beiden Zonen verlaufen in nahezu paralleler Richtung die Trabekel.

β) Das femorale Gleitlager

Das wesentliche Element bildet die Incisura intertrochlearis der Trochlea als Führungsrinne der Patella. Je ausgeprägter diese Rinne ist, um so mehr hält sie

die Patella in ihrem Gleitbett. Wenn sich die Begrenzungen dieses Gleitbettes abspalten, um schließlich bei einer planen Oberfläche zu verschmelzen, ist die Instabilität am größten.
Dasselbe gilt auch für die Patella, die normalerweise im Querschnitt dreieckig, aber auch verändert sein kann. Die Spitze des Patelladreiecks kann sich abrunden, abplatten oder schließlich sogar konkav werden.

2. Die weichteiligen Anteile des Kniegelenkes, insbesondere des Femoropatellargelenkes
(Halte- und Bandapparat)

Die knöcherne Struktur des Kniegelenkes trägt verhältnismäßig wenig zur Stabilität des Gelenkes bei. Festigkeit und Stabilität sind im wesentlichen von der Kraft der angreifenden Muskeln und den Bändern des Kniegelenkes abhängig.

Die Bänder des Kniegelenkes sind:
Kreuz- und Kollateralbänder, Ligamentum patellae und Gelenkkapsel.

a) Die Kreuzbänder

Die paarigen Kreuzbänder sind nach ihrem Ansatz an der Tibia benannt.
Das vordere Kreuzband verläuft kranial, kaudal und lateral von seinem Ansatz am medialen Teil der Area intercondylica anterior zum hinteren medialen Teil des lateralen Femurkondylen.
Das hintere Kreuzband verläuft in kranialer, ventraler, medialer Richtung von der Area intercondylica posterior zur lateralen Oberfläche des medialen Meniskus (s. Abb. 7).
Die Kreuzbänder verhindern Scherbewegungen des Kniegelenkes. Das hintere Band verhindert zu starke Rotation der Tibia gegenüber dem Femur nach innen, während das vordere eine abnorme Rotation nach außen verhindert.
Bei Zerstörung der Bänder läßt sich der Femur auf der

Tibia von vorn nach hinten verschieben (Schubladenphänomen).

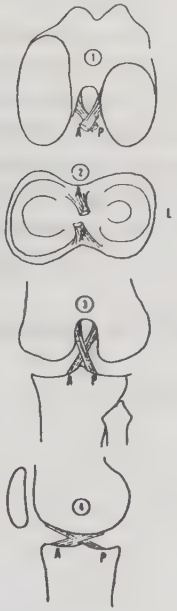


Abb. 7:
Darstellung der Kreuzbänder:
1 = Posteriore Ansicht re. Knie
2 = Tibiaplateau von oben
3 = Gestrecktes re. Knie v. hinten
4 = Seitenansicht vom Knie
A = Vorderes Kreuzband
P = Hinteres Kreuzband
M = Mediales Seitenband
L = Laterales Seitenband

Durch seine Befestigung und Verlaufsrichtung stabilisiert das vordere Kreuzband das Knie in Streckung und verhindert Überstreckung.
Das hintere Kreuzband unterstützt die erste Phase der Kniebeugung, indem es eine Vorverschiebung des Femur verhindert (s. Abb. 8).

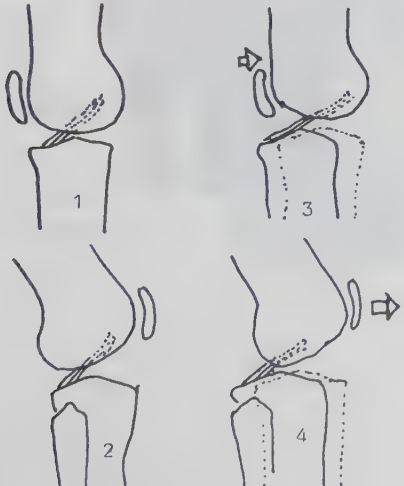


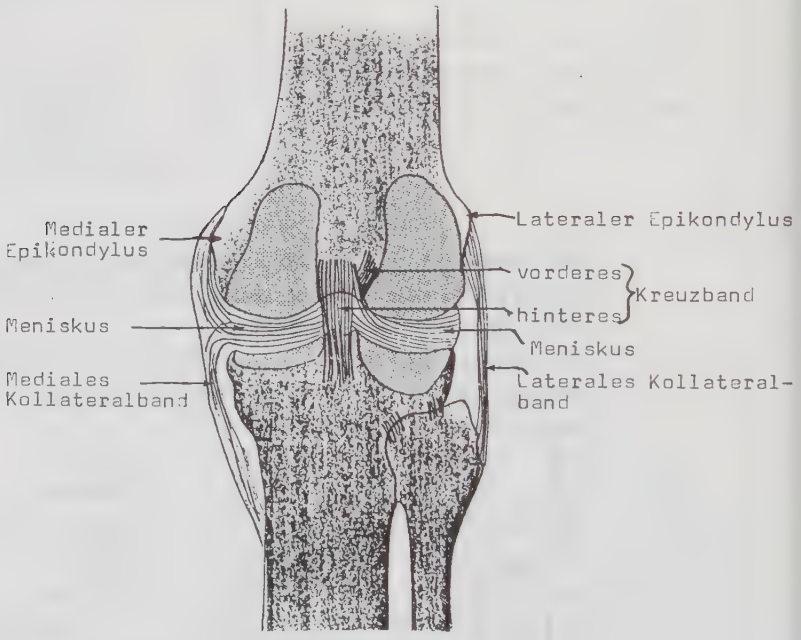
Abb. 8:

Funktion der Kreuzbänder
1 = Richtung des vord. Kreuzb.
2 = Richtung des hint. Kreuzb.
3 = Verhinderung einer Überstreckung
4 = Verhinderung einer Vorwärtsverlagerung

b) Die Kapsel- und Kollateralbänder des Kniegelenkes

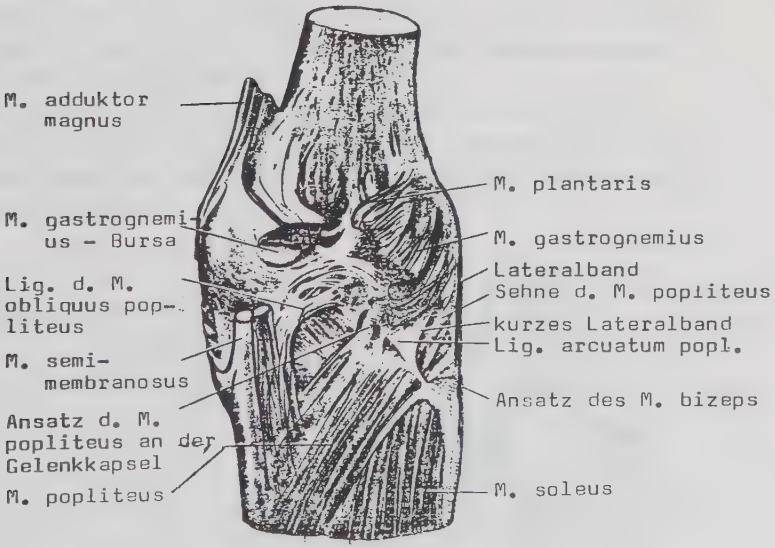
Die Kapsel- und Kollateralbänder stabilisieren das Kniegelenk, indem sie die Gelenkbewegung sowohl führen als auch einschränken.
Die Kollateralbänder stellen im wesentlichen eine besondere Verdickung der fibrösen Gelenkkapsel dar. Sie können in einen lateralen und medialen Anteil unterteilt werden, die beide ihre Besonderheiten aufweisen (abb. 9).

Abb. 9: Die Kapsel- und Kollateralbänder des Kniegelenkes



Das mediala Kollateralband ist fest mit der Gelenkkapsel und dem Meniskus medialis verwachsen. Es entspringt vom Epikondylus medialis femoris, wird nach unten breiter und setzt mit den langen vorderen Faserzügen am Schienbein, mit den kürzeren am Meniskus medialis an. Bei der Streckung sind alle Faserzüge, bei der Beugung nur die hinteren gespannt. Das laterale Kollateralband zieht vom Epikondylus lateralis zum Caput fibulae. Es ist bei der Streckung und Außenrotation gespannt, bei Beugung und Innenrotation entspannt.
Die Kollateralbänder sichern das Kniegelenk in Streckstellung.
Die Ligg. popliteum obliquum und arcuatum verstärken dorsal die Kapsel.

Abb. 10: Rechtes Knie von hinten



c) Die Muskeln des Kniegelenkes

Die Streckung erfolgt nahezu ausschließlich durch den M. quadrizeps. Die Leistung des M. rectus femoris wird durch Streckung im Hüftgelenk (Gesäßmuskel) gesteigert. Die Beugung erfolgt in der Hauptsache durch die ischiocruralen Muskeln.
Wesentlicher Außenrotator ist der M. biceps femoris. Die Innenrotation erfolgt im wesentlichen durch den M. semimembranosus, in geringem Maße durch die Muskeln des Pes anserinus und den M. popliteus.
Der M. quadrizeps ist etwa dreifach stärker als die Beuger.

3. Spezielle Anatomie der Patellaaufhängung

Das Ligamentum patellae ist der zentrale Anteil der Sehne des M. quadrizeps femoris, die an der Tuberositas tibiae ansetzt.
Das Lig. patellae ist ein starkes flaches Band von ungefähr 8 cm Länge. Es verläuft zwischen der Patellaspitze und dem unteren dorsalen Teil der Patella zur Tub. tibiae. Die oberflächlichen Fasern des Ligamentes sind über die Patella direkt mit der Sehne des M. quadrizeps verbunden. Die medialen und lateralen Anteile des M. quadrizeps, die Retinacula, verlaufen zwischen Patella und Kollateralbändern, sind mit der Fascie verwachsen und daher nur künstlich darstellbar. Das laterale Retinaculum wird noch durch den Tractus iliotibialis verstärkt. Die oberflächlichen Längszüge und die tiefen, von den Epikondylen fächerförmig zum Seitenrand der Patella ausstrahlenden Querzüge halten die Kniescheibe in ihrer Gleitbahn.
Beim Querbruch der Patella ermöglichen sie noch eine gewisse Streckung; sie werden daher auch akzessorischer Streckapparat genannt.
Die dorsalen Anteile des Lig. patellae sind von der Synovialmembran und der Tibia durch einen großen infrapatellaren Schleimbeutel und durch den HOFFASCHen Fettkörper getrennt.

Abb. 11: Aufhängung der Patella

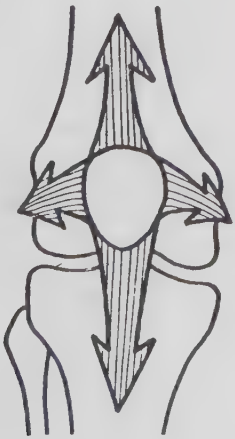
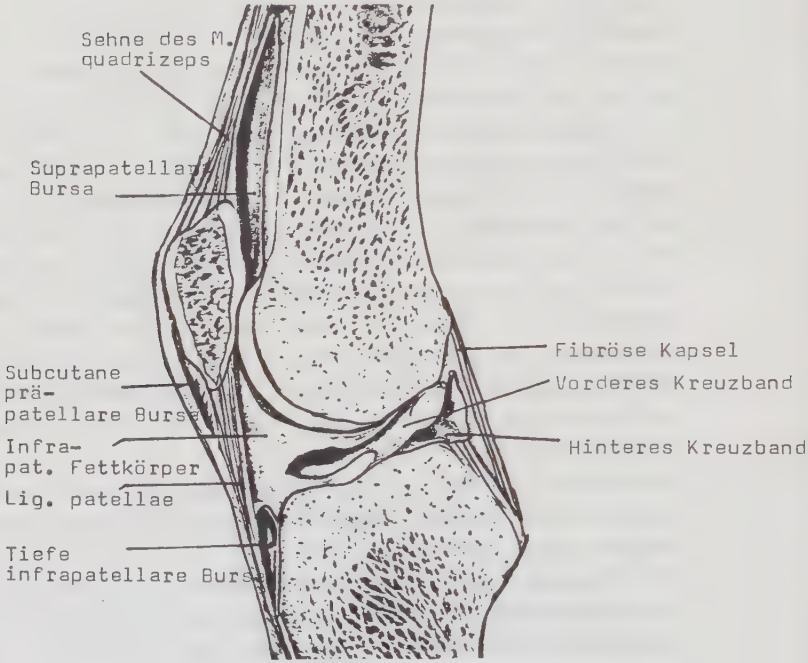


Abb. 12: Sagittalschnitt durch das linke Kniegelenk
Ansicht von lateral (n. WALDEYER)



III. Die Biomechanik des Kniegelenkes

Bewegungen des Kniegelenkes werden synchron im Femorotibial- und Femoropatellargelenk ausgeführt.

1. Die Gelenkmechanik des Femorotibialgelenkes

Kniebeugung oder Streckung ist sowohl mit einer Gleitbewegung der Tibia gegen den Femur als auch mit einer Rotation verbunden. Streckung des Knies ist auf Grund der anatomischen Gegebenheiten zwangsweise mit Außenrotation der Tibia verbunden, während Beugung immer eine Innenrotation der Tibia zur Folge hat (s. Abb. 13).
Nach 20^{0} Beugung erschlaffen die Kniebänder und erlauben sowohl Rotation als auch ein Gleiten der Oberschenkelkondylen (auf der Stelle rollend) über die Tibia (s. Abb. 14).

Abb. 13: Schema der Rotationsbewegungen im Kniegelenk in Abhängigkeit v. Beuge- bzw. Streckgrad

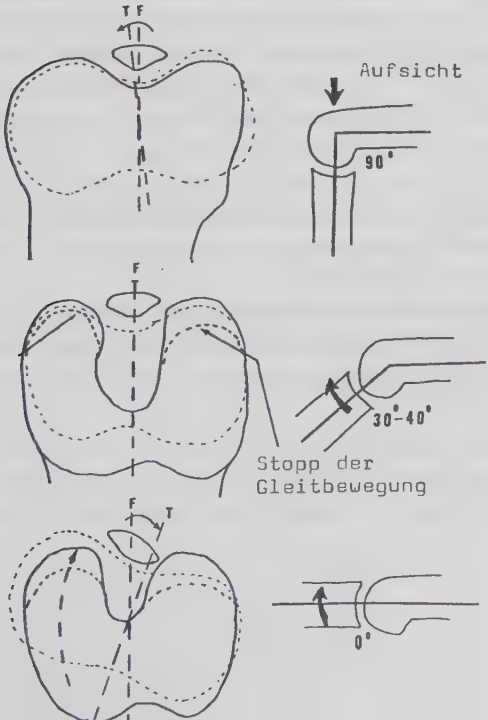
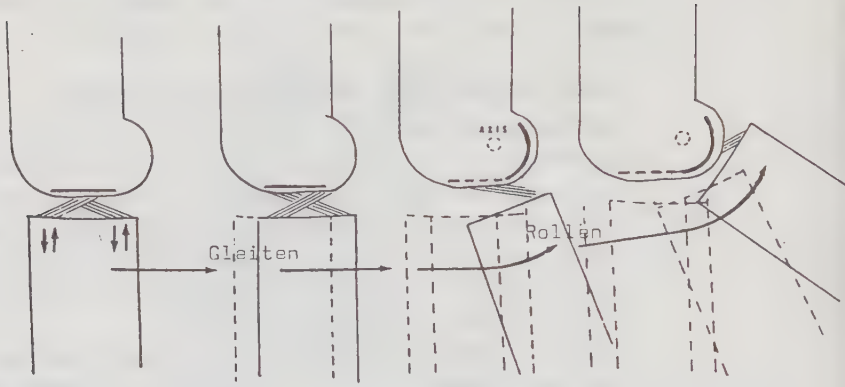
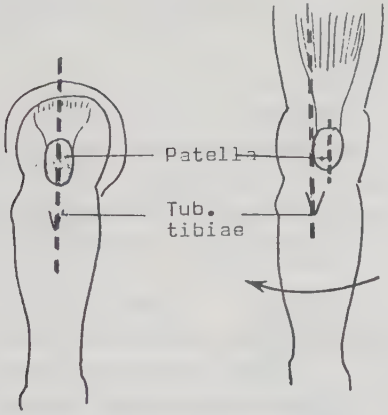


Abb. 14: Mechanismus der Kniebeugung



Die Rotation erfolgt hauptsächlich in der Endphase maximaler Beugung und Streckung.
Bei 90 ^{o} Beugung ist eine Drehung von 40 ^{o} möglich. Bei dieser Stellung ist aber keine signifikante Abduktion bzw. Adduktion der Tibia gegenüber dem Femur möglich. Die Muskeln, die auf das Kniegelenk wirken, haben für die Drehung der Tibia eine untergeordnete Rolle.
Während Beugung und Streckung folgt die Tibia der Konfiguration des medialen Femurkondylen, der länger als der laterale ist.
Während der Streckbewegung verdreht sich die Tibia gegenüber dem Femur um die Hälfte einer Patellabreite nach außen (s. Abb. 15).

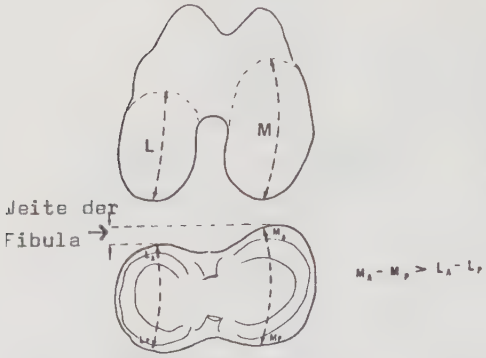
Abb. 15: Lage der Patella bei Rotation der Tibia



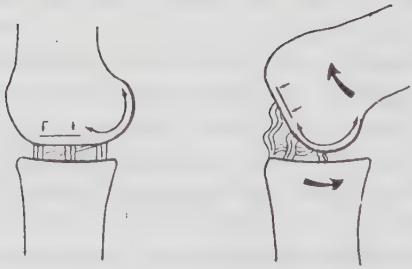
a) Knie gebeugt b) Knie gestreckt

Die Außenrotation der Tibia während der letzten 20 ° Streckung wird als Schraubenmechanismus bezeichnet und ist durch Kondylenkonfiguration, Muskeldrehwirkung und Bandführung bedingt.
Beugung aus voll gestreckter Position beginnt mit gleichzeitiger Innenrotation der Tibia gegenüber dem Femur durch Kontraktion des M. popliteus.
Weitere aktive Beugung resultiert aus der Kontraktion des M. trizeps surae. Die Kapselbänder, straff in der Streckphase, erschlaffen mit Beginn der Beugung.
Der Femur gleitet auf der Tibia vorwärts und verlagert den hinteren Femurkondylen, der stärker gekrümmt ist, auf das Tibiaplateau (s. Abb. 16).
Bei Beuge- und Streckbewegungen bleiben die beiden Menisken an der Tibia fixiert, während bei der Rotation die beiden Menisken an den Oberschenkelkondylen fixiert bleiben.
Beuge- und Streckbewegungen erfolgen also im oberen femoromeniskealen Anteil, Rotationsbewegungen im unteren meniskotibialen Anteil des Femorotibialgelenkes.

Abb. 16: Passiver Mechanismus der Beuge- und Streckbewegung



Der laterale Femurkondylus, $L_A L_P$, ist kürzer als der mediale, $M_A M_P$



1 = Bänder straff bei Streckung im Kniegelenk
2 = Bänder schlaff bei Beugung

2. Die Gelenkmechanik des Femoropatellargelenkes

Unter biomechanischem Aspekt betrachtet muß die Patella die Kräfte, die auf das Kniegelenk einwirken, ausgleichen und in die richtige Bahn lenken.
Die Fähigkeit, dieses Kräftegleichgewicht zu garantieren, kann durch anatomische Abnormitäten oder pathologische Veränderungen vermindert oder gar aufgehoben sein. Altersmäßig bedingte Gelenkveränderungen können ebenso einen ungünstigen Effekt haben.

a) Die Funktion der Patella

Bis in jüngster Zeit wurde das Femoropatellargelenk bei Totalprothesen des Kniegelenkes vernachlässigt, und viele Autoren sprachen der Patella eine nur unbedeutende Rolle für die Biomechanik des Kniegelenkes zu.
In der Tat wurden recht häufig Patellektomien empfohlen, ebenso sahen viele frühe Kniegelenksprothesen keinen Ersatz für die Patella vor.
Mittlerweile werden der Patella verschiedene Funktionen eingeräumt:

1. Wahrscheinlich die wichtigste Aufgabe der Patella ist die Verstärkung des Drehmomentes der Strecker durch Verlängerung des senkrechten Abstandes des Lig. patellae von der Querachse des Kniegelenkes (BANDI, FICAT, MAQUET).

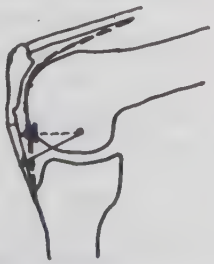


Abb. 17:

Mechanische Funktion der Patella. Unterschiedliche Hebelarmlänge des Streckapparates

_____ mit Patella

-------- ohne Patella

2. Die Patella vermindert weiterhin beträchtlich die Reibung des Quadrizepsmechanismus, indem sie über die distalen Femurkondylen hinwegführt.
Hyaliner Knorpel mit seinem sehr niedrigen Reibungskoeffizienten ist unersetzbar für die Übertragung

der Quadizepskräfte um die distale Femurrolle auf die Tibia.
Diese wichtige Funktion wird z. B. dadurch unterstrichen, daß einige Säugetiere, die ihr Kniegelenk in extremer Beugestellung benutzen, zusätzlich eine "Patella superior" in der Sehne des M. intermedius besitzen.

3. Die Patella wirkt als Führung für die Quadrizepssehne, indem sie die vier divergierenden Sehnenzüge des M. quadrizeps vereinigt und so die Möglichkeit einer Luxation vermindert.

4. Es ist bekannt, daß Sehnen zwar großen Zugkräften, aber nicht stärkerem Druck oder Reibung aushalten können.
Die Anwesenheit der Patella als Sesambein im Streckapparat schützt die Quadrizepssehne vor Reibung und erlaubt dem Streckapparat auch höhere Druckbelastung.

5. Seit WIBERG ist bekannt, daß im Femoropatellargelenk nie alle drei Facetten der Patella mit den Femurkondylen in Kontakt stehen, sondern nur eine oder zwei. Dieser wechselnde Kontakt bringt eine bessere Durchwalkung des Knorpels mit sich, was entscheidend für die durch Diffusion erfolgende Ernährung des Knorpels ist.

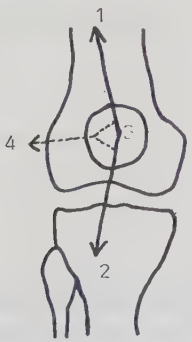
6. Die Patella schützt die Gelenkflächen vor direktem Trauma.

b) Gleitlager und Gleitbahn der Patella

In voller Streckung artikuliert die Patella mit dem supratrochlearen Fettkörper. Der in dieser Stellung physiologische Valgus des Knies ergibt einen nach außen offenen Winkel zwischen Hauptzugrichtung des M. quadrizeps und der Patellasehne, den sogenannten Q-Winkel (s. Abb. 18).

Der Schraubenmechanismus des Femorotibialgelenkes in der Endphase der Streckung, so die Tibia gegenüber dem Femur sich nach außen dreht, lateralisiert weiter die Tuberositas tibiae.
Bei voller Streckung und voll kontrahiertem M. quadrizeps verliert die Patella den Kontakt mit der Femurtrochlea. Der kräftige Zug des M. quadrizeps produziert ein en Valgusvektor (s. Abb. 18), dem das mediale Patellaretinakulum und der M. vastus medialis entgegenstehen.

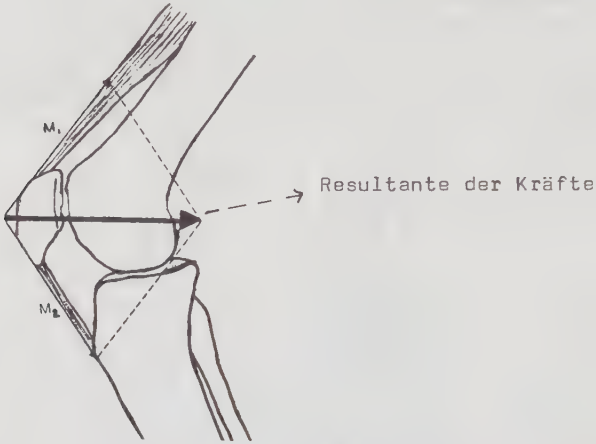
Abb. 18:



Bei voll gestrecktem Knie und entspanntem M. quadrizeps bleibt die Patella an der proximalen Öffnung der Trochlea. Mit zunehmender Kontraktion des M. Quadrizeps bewegt sich die Patella ca. 8 - 10 mm weiter nach proximal.
Diese Bewegung nach proximal wird durch die Patellasehne und die meniskopatellaren Ligamente limitiert.
Während der ersten 20 ° der Beugephase wird die Tibia derotiert (entdreht). Dies verkleinert den Q-Winkel und somit auch den lateralen Vektor.
Die Patella wird in die Trochlea hinein gezogen und der erste artikuläre Kontakt erfolgt. Die Patella kommt dabei von einer leicht lateralen Position.
In dem Moment, in dem die Trochlea die Patella aufnimmt, wird eine beträchtliche Stabilität erzeugt durch jene Kraftkomponente, die perpendikulär zur Artikulation verläuft (s. Abb. 19).
Ab 20 bis 30 ° Beugung wird die Patella mehr und mehr

prominent, da sie durch die Prominenz der Femurtrochlea von der Drehachse des Knies weggeschoben wird.

Abb. 19: Schematische Darstellung der Druckkräfte auf das Femoropatellargelenk, die sich aus der Resultanten der Beugung ergeben.



Über 30 ^{o} Beugung hinaus beginnt die Patella mehr in den tiefer werdenden Sulcus intercondylaris einzutreten. Instabilität bei über 30 ^{o} Beugung tritt daher nur selten und dann nur bei gleichzeitig abnormen anatomischen Verhältnissen auf.
Bei 90 ^{o} Beugung zeigt die Patella eine Bewegungstendenz nach lateral. Bei Palpation fühlt man den lateralen Patellarand und den lateralen Femurkondylen als eine Einheit, wogegen der mediale Femurkondylus nicht überlagert ist und frei zu tasten ist.
Bis ca. 135 ^{o} Beugung hält die Gleittendenz der Patella nach lateral an. Gleichzeitig erfolgt eine leichte Drehung der Patella um die Längsachse, so daß die mediale Facette mehr nach dorsal kommt.
Bei vollerBeugung ist der laterale Kondylus vollständig von der Patella bedeckt, während der mediale Kondylus nahezu vollständig freiliegt.
Die mediale Patellafacette liegt im Sulcus intercondylaris, diese, auch "Zusatzfacette"(odd facet) genannt, liegt in

engem Kontakt mit dem lateralen Anteil des medialen Kondylen.
Zusammenfassend läßt sich somit sagen, die Patella bewegt sich in der Frontalebene in einer leichten Kurvenbahn, wobei ihre Konkavität nach lateral zeigt. In der Sagittalebene folgt die Gleitbahn der Patella der Konvexität der Femurkondylen, wobei die Krümmung der Gleitbahn auf Grund des Einsinkens der Patella in den Sulcus intercondylaris stärker als die Krümmung der Femurkondylen ist.
Dies hat Auswirkungen auf die Druckberechnung in den verschiedenen Beugephasen.

c) Statik = Berechnung der auf das Femoropatellargelenk wirkenden Kräfte

Die Patella wird mit zunehmender Beugung des Kniegelenkes gegen den Femur gedrückt. Der dabei auftretende Druck ergibt sich als Resultante X der Quadrizepskraft M_1 und dem Zug des Lig. patellae M_2.
Wenn während der Gangphase der Quadrizeps gespannnt wird, erreicht die Kraft X ungefähr das Dreifache des Körpergewichtes (MAQUET).
Die Größe der Kfraft X hängt nicht nur von der Größe der Kräfte M_1 und M_2ab, sondern im wesentlichen von dem Winkel γ, den diese beiden miteinander bilden.
FÜRMAIER berechnete mit der Formel

$$X = \frac{q}{r} \cdot \frac{\cos\gamma}{2} \cdot (F \cdot \sin\alpha_F + T \cdot \sin\alpha_T)$$

bei einem Körpergesicht von 80 kg, auf einem Bein stehender Person, bei 45 ° Beugung einen Anpressdruck von 592 kg, bei 90 ° Beugung einen Anpressdruck von 1032 kg.

Erläuterungen zur Berechnungsformel:

X = Femoropatellarer Druck
q = Körpergewicht
γ = Winkel zwischen den Tangenten an Quadrizepssehne und Lig. patellae
r = Senkrechter Abstand zwischen Lig. patellae und Querachse des Kniegelenkes
F u. T = Hebelarm an Femur und Tibia
α_F = Winkel zwischen Hebelarm und Senkrechter am Femur
α_T = Winkel zwischen Hebelarm und Senkrechter an Tibia

Die errechneten Drucke gelten für Einbeinstand.

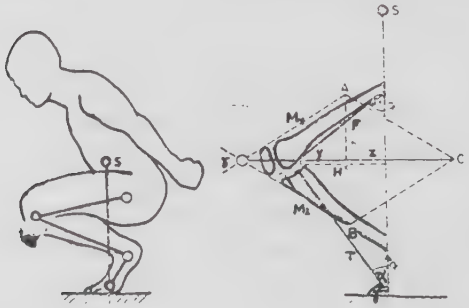


Abb. 20:

Darstellung der geometr. Berechnungsgrundlage (n. BANDI)

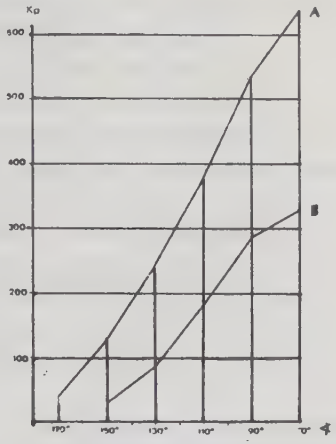
Abb. 21: Femoropatellare Druckwerte bei Einbeinstand

Kurve A:

Schwerpunkt des Körpers senkrecht über dem Hüftglenk, Hebelarme F u. T je 43 cm, Körpergewicht q = 70 kg.

Kurve B:

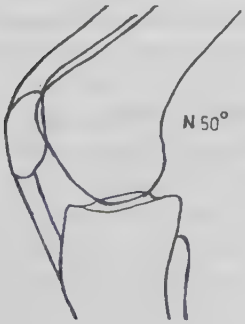
Schwerpunkt durch gleichzeitige Rumpfbeugung nach ventral verlegt. F u. T sind entsprechend verkürzt.



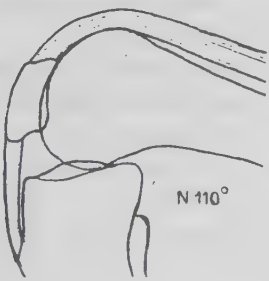
Nach GOYMANN muß aber von diesem errechneten Gesamtdruck noch ein sogenannter Umschlingungs- oder Umwicklungsdruck abgezogen werden, um den tatsächlichen Auflagedruck der Patella zu berechnen.
Der Umschlingungsdruck entspricht jenen Druckkräften, die von der Quadrizepssehne auf die Kondylenrolle übertragen werden, sobald sich diese bei höheren Beugegraden (ab 50 °) des Gelenkes um die Kondylenrolle wickelt.

Abb. 22:

a) Beginn der Umwicklung der Quadrizepssehne um die Kondylen, 50 ° Beugung.



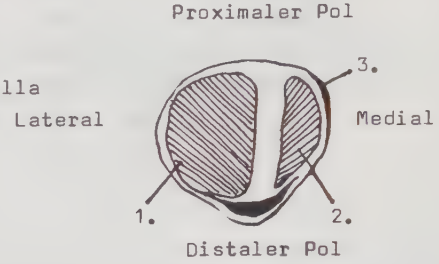
b) Deutliche Umwicklung bei stärkerer Beugung (110 °).
N = normal stehende Patella



d) Die femoropatellaren Kontaktflächen

WIBERG und später GOODFELLOW, KETTELKAMP und GOYMANN beschrieben grafisch Kontaktflächen auf der Gelenkfläche der Patella.
Es gibt drei Facetten: die laterale, die mediale und eine Zusatzfacette entlang des medialen Patellarandes, die sog. odd facet (GOODFELLOW)

Abb. 23:
Kontaktflächen au der Gelenkfläche der Patella



(1. = laterlae Facette, 2. = mediale F., 3. = Zusatz-F.)

Zu keinem Zeitpunkt ist die gesamte Patellagelenkfläche in Kontakt mit den Femurkondylen.
Von voller Streckung bis 90 ^{o} Beugung artikulieren Teile der medialen und lateralen Facette mit dem Femur. Die jeweiligen Kontaktflächen wandern dabei vom distalen zum proximalen Pol der Patella. Die Zusatzfacette am medialen Patellarand kommt in dieser Bewegungsphase nicht in Kontakt mit dem Femur.
Zwischen 90 und 135 ^{o} Beugung artikuliert der mediale Patellafirst nicht länger mit dem Femur.
Während dieses Bewegungsablaufes geht der Kontakt von der medialen Facette zur Zusatzfacette über. Der First, der mediale und Zusatzfacette trennt, ist dabei oft hohen Druckkräften ausgesetzt. was häufig gegenerative Veränderungen an dieser Stelle verursacht (GOODFELLOW, KETTELKAMP).
Nach 135 ^{o} Beugung artikuliert schließlich nur noch die Zusatzfacette mit dem medialen Femurkondylen.

IV. Die Pathomechanik im Femoropatellargelenk

1. Die Dysplasien der Patella und die daraus resultierenden Folgen für die Gelenkmechanik

a) Die Aplasie der Patella

Wie von vielen Autoren beschrieben (FICAT, BAUMGARTL, WIBERG u. a.) kann man sie isoliert an einem oder beiden Knieen verbunden mit anderen kongenitalen Mißbildungen, besonders bei der Osteo-Onycho-Dystrophie vorfinden.
Dort tritt neben einer Aplasie häufig auch eine Mißbildung der Patella sowie eine Dystrophie der Nägel (ektodermale-medsodermale Dystrophie) auf (DE PALMA).
Das Fehlen der Patella mit all ihren Funktionen wie bessere Hebelfunktion, Schutz des Femoropatellargelenkes, Stabilitätsverbesserung bewirken oft eine erhebliche Behinderung des betroffenen Patienten.

b) Die Hypoplasie der ganzen Patella

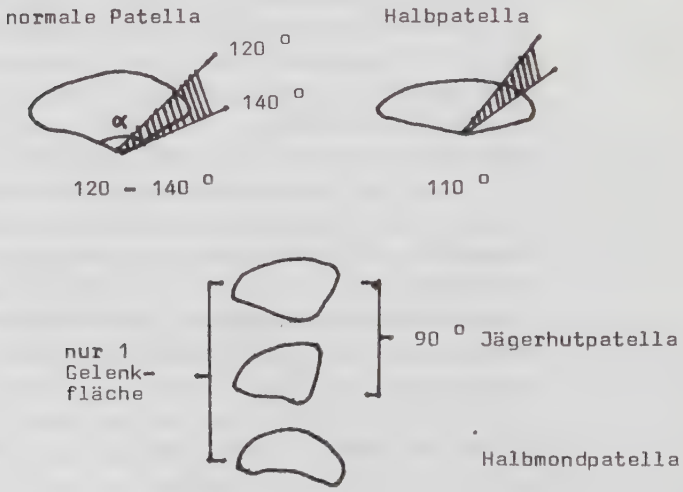
Die Patella parva oder auch Kieselsteinpatella, bedingt durch Entwicklungsstörungen, ist oft mit anderen kongenitalen Fehlbildungen wie der eben erwähnten Osteo-Onycho-Dystrophie verbunden.
Gewöhnlich findet man sie bei den kongenitalen habituellen Patellaluxationen, wo sie im allgemeinen mit einer ausgeprägten Minderentwicklung des M. quadrizeps einhergeht.
Bezüglich der Geschlechtsverteilung wird in der Literatur ein eindeutiges Überwiegen des weiblichen Geschlechtes beschrieben (BAUMGARTL, FICAT).
Die Kieselsteinpatella wird von vielen Autoren (BAUMGARTL, RÜTER, FICAT) als eine wichtige präarthrotische Deformität angesehen, welche oft zu einer Chondropathia patellae und darauf folgend zu einer Femoropatellararthrose führt. Durch die verkleinerte Kontaktfläche zwischen Femur und Patella kommt es zu erhöhtem Druck pro Flächeneinheit, somit zu einer Überbeanspruchung des Gelenkknorpels, was im Laufe der Zeit zu

Verschleißerscheinungen am Gelenkknorpel, eben einer Chondropathia patellae führen kann.
Neben einer Druckbelastung kann auch eine durch die Kieselsteinpatella verursachte Instabilität des Femoropatellargelenkes (Luxation) Gelenkschäden verursachen (WEIGERT, LOFF u. FRIEDEBOLD).
Durch die Luxation der Patella nach lateral können erhebliche Scherkräfte auftreten, die den Gelenkknorpel schädigen können.

c) Die partielle Hypoplasie der Patella

Sie tritt im wesentlichen nur bei der medialen Patellafacette auf. Die morphologischen Verhältnisse lassen sich am besten auf Tangentialaufnahmen erkennen. Eine Einteilung oder Unterscheidung kann entweder nach dem oben beschriebenen Schema nach WIBERG/BAUMGARTL als auch nach einem Vorschlag von FICAT erfolgen.
Die Klassifizierung der verschiedenen Patellatypen erfolgt durch Messung des Öffnungswinkel der Patella (Scheitelpunkt = Patellafirst):

Abb. 24: Einteilung der Dysplasien der medialen Patellafacette nach dem Öffnungswinkel (n. FICAT)



1. Winkel zwischen 120 und 140 Grad (entsprechend WIBERG I und II) findet man normalerweise vor.
2. Ein verkleinerter Winel zwischen 90 und 110 Grad geht oft mit einer Hypoplasie der medialen Patellafacette einher und entspricht WIBERG II/III - III.
3. Einen rechten Winkel findet man bei der Jägerhutpatella, auch Hemipatella genannt, da sie nur eine Gelenkfacette (die laterale) aufweist. Diesen Typ findet man oft bei dem Erscheinungs- und Beschwerdebild einer Patella lateralisata.
4. Ein spitzer Öffnungswinkel. Dieser Patellatyp erscheint halbmondförmig, hat auch nur eine Gelenkfacette und wird nach FICAT oft bei permanenten Subluxationen der Patella beobachtet.

Von einer Hypoplasie der Patella, speziell des medialen Anteils, spricht man, wenn ein Patellatyp II/III, III, IV , Jägerhutpatella nach WIBERG/BAUMGARTL oder entsprechend die in Punkt 2 - 4 erwähnten Öffnungswinkel nach FICAT vorliegen.
Alle diese Hypoplasien haben gemeinsam, daß sich daraus eine Verkleinerung der tragenden Zone des medialen Patellaanteils, damit auch oft eine Inkrongruenz der Gelenkoberflächen und so automatisch eine funktionelle Überbelastung entwickelt, die über Chondropathie zum Circulus vitiosus einer Arthrose führen kann.

d) Die Patella multipartita

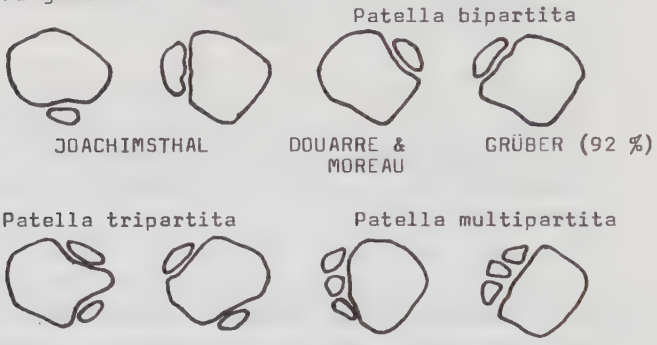
Zu diesen relativ seltenen Sonderformen der Patelladysplasien kann man zählen die Patella bi-, tri- und multipartita sowie die Verdopplung (Duplikation) der Patella. Die Pathogenese solcher Dysplasien ist noch unklar, da die Patella sich normalerweise von einem Ossifikationspunkt aus entwickelt. Diskutiert werden die Anlage von zwei oder mehreren Knochenkernen (PETTY, FICAT) als auch die Entstehung durch lateralen Überdruck (ROHLEDERER).

Diagnostisch kann man eine Patella bipartita von einem intrartikulären Fremdkörper, einer Osteochondrosis dissecans oder einer Ligamentverknöcherung durch das Vorliegen folgender Gegebenheiten unterscheiden:

1. Verdichtung der Ränder der Patellaanteile, die der Cortikalis entsprechen.
2. Paralleler Verlauf zum Sulcus intercondylaris.
3. Saubere Randkonturen.

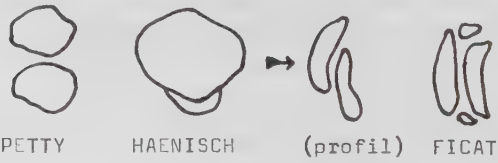
Abb. 25:

a) Fragmentierte Patella



b) Randaussparungen

c) Verdoppelungen



2. Die Dysplasien des Femurgleitlagers

a) Die Hypoplasie des medialen Anteils (Trochlea)

Hypoplasien der medialen Oberschenkelrolle in ihrem vorderen oberen Abschnitt sind oft von einer Hypoplasie der medialen Patellafacette begleitet, entsprechen einander wie Bild und Spiegelbild und bilden somit einigermaßen kongruente Gelenkflächen. Diese Kongruenz darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Belastbarkeit auf Grund der kleineren Berührungsflächen zwischen medialem Anteil der Trochlea und medialer Patellafacette deutlich vermindert ist (BRATTSTRÖM). Nach Überlastung im medialen Femoropatellargelenk treten zunächst rückbildungsfähige Knorpelüberlastungsschäden mit rezidivierenden Ergüssen auf, bei fortdauernder Überbelastung folgen aseptische Knorpelnekrosen im Sinne einer Chondropathia patellae.

Herauszustellen ist, daß nach BRATTSTRÖM und FICAT alle Femoropatellargelenke mit Hypoplasien der Trochlea, d. h. auch die Gelenke mit dem an sich normalen Patellatyp I und II zu Chondropathie und nachfolgender Femoropatellararthrose neigen.
Die Diagnostik einer solchen Hypoplasie wie auch aller anderen Dysplasien des femoralen Gelenkanteils kann nur mit Tangentialaufnahmen bei 30 ^{o} Beugung erfolgen, bei welchen die "höchsten" Teile der Trochlea, sozusagen die Prädeliktionsstellen für Anomalien, zu erkennen sind (FICAT).

b) Die Hypoplasie des lateralen Femurkondylen

Analog zur Unterentwicklung des medialen Kondylus kann auch eine Dysplasie des lateralen Kondylen zu einer Verringerung der Kontaktflächen von Patella und Trochlea und damit zu einer Drucksteigerung führen, welche häufig frühzeitige Verschleißerscheinungen zur Folge haben können. Zudem trägt der laterale Kondylus als natürliches Widerlager oder äußere Begrenzung des knöchernen

Patellagleitlagers in großem Maße dazu bei, die Patella in ihrem Gleitbett zu halten. Fehlt nun diese natürliche Begrenzung oder ist sie verkleinert, wird die Patella auf Grund des Überwiegens der lateralen Muskelanteile des Kniegelenkes nach lateral gezogen; es entsteht die Patella lateralisata. Je nach Umfang der Lateralisation kommt es zur Stabilitätsminderung des Kniegelenkes im Sinne einer Subluxation oder Luxation der Patella nach lateral.

c) Die Dysplasie beider Kondylen

Die Dysplasie beider Kondylen kann nach BRATTSTRÖM objektiv durch Ermittlung des Öffnungswinkels der Trochlea festgestellt werden. Scheitelpunkt des Winkels ist die tiefste Stelle der Trochlea. Normalerweise liegt der Öffnungswinkel zwischen 125 und 143 °. Wird dieser Winkel größer als 145 °, so spricht man von einer Kondylendysplasie. Häufig findet man total plane oder sogar konvexe Trochleae, die dann aber keine Stabilisierungsfunktion mehr haben. Ist die Patella dann ebenso plan oder sogar konkav, kann man auf eine gewisse Kongruenz noch hoffen. Totale Inkongruenz mit all ihren negativen Auswirkungen und Folgen liegt vor, wenn die Patella konvex ausgebildet ist.

d) OUTERBRIDGE ridge

Darunter versteht man eine kleine abrupte Stufe am kranialen Rand der medialen Kondylenfläche (ridge, engl., zu deutsch: First). Diese Stufe kann zur Aufschürfung der medialen Patellagelenkfläche führen und so Anlaß für Knieschäden und -beschwerden sein (OUTERBRIDGE).
Bei entsprechendem Operationsbefund muß diese Stufe geglättet werden (BANDI, BENTLEY, OUTERBRIDGE).
Die Ätiologie dieses OUTERBRIDGE ridge ist ungeklärt.

Abb. 26:

OUTERBRIDGE ridge
am vorderen Rand des
medialen Femurkondylen

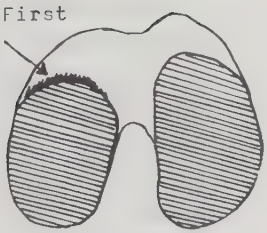
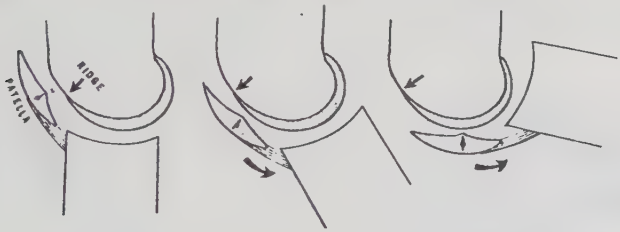


Abb. 27:

Entstehungsmechanismus der Chondropathia patellae als Folge eines OUTERBRIDGE ridge



Bei Beugung wird die Patella gegen den Firsten (= ridge) gezogen und irritiert den Patellaknorpel.
Diese Irritation tritt auf zwischen 15 und 30 ^{o} Beugung.

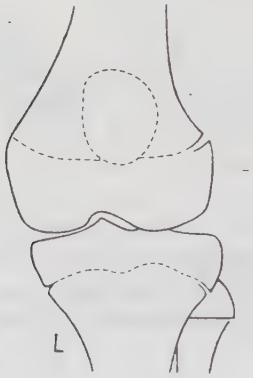
3. Fehlstellungen der Patella

a) Hochstand der Patella = Patella alta

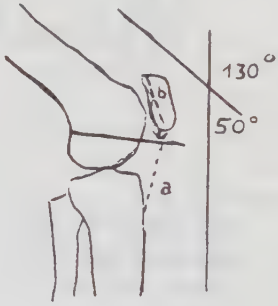
Normalerweise projeziert sich bei einer a.p.-Röntgenaufnahme des Kniegelenkes die Patella in die Mitte der Femurepiphyse, die nach unten weisende Patellaspitze liegt in der Höhe des Gelenkspaltes bzw. maximal 1 cm darüber (BAUMGARTL).
Bei einer Patella alta beträgt der Abstand Patellaspitze zum Gelenkspalt oft 2 cm und mehr (BRATTSTRÖM).

Abb. 28: Lage der Patella zur Femurepiphyse

a) von vorne



b) seitlich

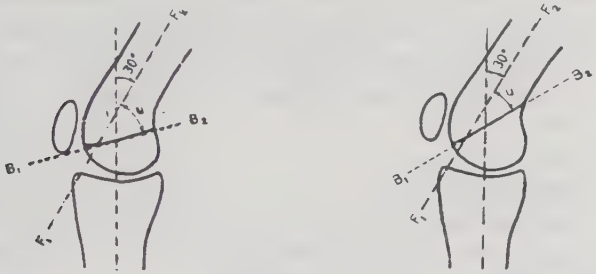


Zur Diagnostik einer Patella alta gibt es neben der eben genannten noch zwei genauere Methoden:

1. BLUMENSAAT definiert: Wenn bei einer seitlichen Röntgenaufnahme des Knies bei 30 ° Beugung der untere Rand der Patella über der nach ihm benannten BLUMENSAATschen linie (B_1B_2 in Abb. 29) bzw. deren Verlängerung liegt, so liegt eine Patella alta vor.

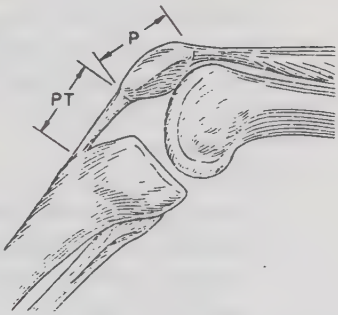
Abb. 29: Patella alta nach BLUMENSAAT

a) normale Lage der Patella b) Patella alta



2. Nach INSALL/SALVATI liegt dann eine Patella alta vor, wenn bei einer seitlichen Röntgenaufnahme der Quotient aus Länge des Lig. patellae (= PT) zu Länge der Patella (= P) größer als 1,3 ist.

Abb. 30:



Nach BRATTSTRÖM ist diese Methode einfacher und aussagekräftiger als die BLUMENSAATsche Methode, da bei seinen eigenen Untersuchungen der Winkel zwischen Femurachse und BLUMENSAATscher Linie zwischen 27 und 60 ^{o} schwankte und somit eine Verfälschung der Ergebnisse möglich ist.

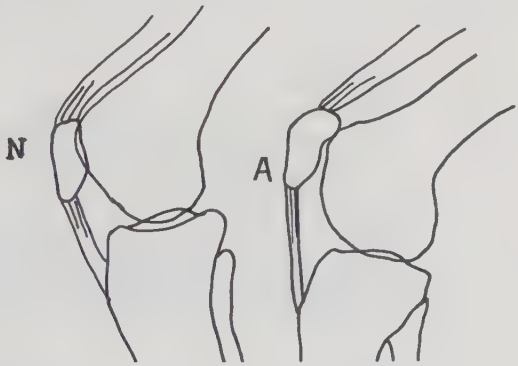
Der laterale und mediale Kondylus, die das Femurgleitlager seitlich begrenzen, geben der Patella Halt und Führung. Beim Vorliegen einer Patella alta liegt die Patella über dem Eingang zum Sulcus intercondylaris, was Instabilität und Luxationstendenz der Patella zur Folge hat (BRATTSTRÖM). Nach ANDERSEN (1959) hatten 207 von 286 Patienten mit habitueller Patellaluxation eine Patella alta.
RÜTT fand sie bei all sei nen Patienten mit habitueller Patellaluxation.
Nach manchen Autoren (GOYMANN, BANDI) erzeugt die Patella alta auch fomoropatellaren Preßdruck. Dafür sprechen ihrer Ansicht nach:

1. Bei der Patella alta liegt oft eine excavation und Sklerose in der Patellarückfläche, die sogenannte HAGLUNDsche Delle, vor. Sie scheint ein Zeichen vermehrten Druckes zu sein (BANDI), ihre Bedeutung in der Pathogenese der Chondropathia patellae ist umstritten.
2. Häufiges Vorkaommen der Patella alta bei Patienten mit einer Chondropathia patellae oder Femoropatellararthrose.
3. Gelenkmechanische Überlegungen:
   Die Patella steht bei vergleichbarem Beugegrad des Kniegelenkes definitionsgemäß höher vor den Kondylen als die Normalpatella. Der Winkel zwischen Quadrizepssehne und Lig. patellae wird dadurch kleiner, die Resultante im Paralllelogramm der Druckkräfte länger, der femoropatellare Druck also größer. Zudem wird bei hohem Beugegrad des Kniegelenkes die Quadrizepssehne um die Femurkondylen gewickelt. Dadurch geht ein Teil der Streckkraft als Druck auf die Femurkondylen über und entlastet das Femoropatellargelenk (Umwicklungseffekt). Dieser Umwicklungseffekt tritt an der Quadrizepssehne bei der Patella alta später auf als bei der normalen Patella. Das femoropatellare Gelenk wird also gerade im Bereich der hohen Kniebeugegrade mit großen Druckkräften belastet (GOYMANN). Sowohl im Modellversuch

als auch durch Berechnung des Umwicklungseffektes ergab sich für die Patella alta ein zusätzlicher Druck von 20 bis 40 Prozent.

Abb. 31: Darstellung des bei der Patella alta (A) verspätet einsetzenden Umwicklungseffektes im Vergleich zur normalhohen Patella (N).

a) Bei der Patella N beginnt die Umwicklung bei 50 °, bei Patella A ist die Quadrizepssehne noch frei.



b) Bei Patella N ist bei 110 ° die Umwicklung fortgeschritten, bei der Patella A hat sie eben begonnen.

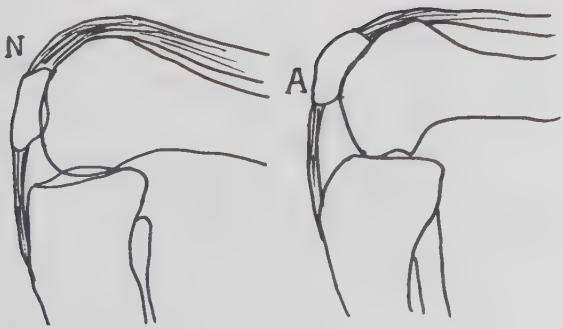


Abb. 32:

Die Berechnung nach der Formel:

$$X = \frac{M}{r} \left(\cos \frac{\gamma}{2} + \cos \frac{\gamma}{2}\right)$$

ergibt einen Druckzuwachs von 34 Prozent für die Patella alta.

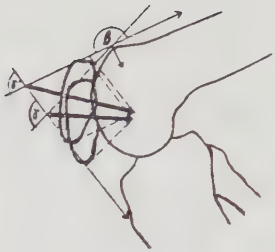
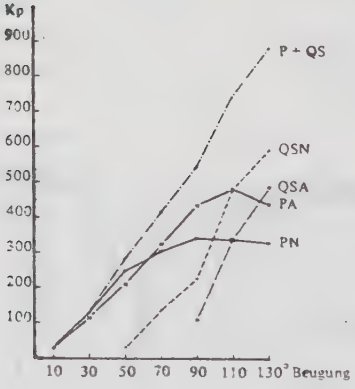


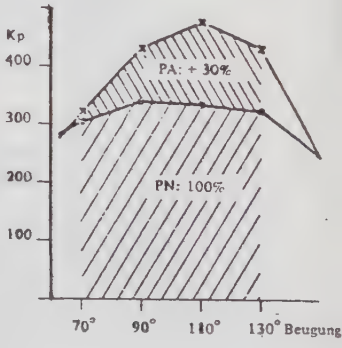
Abb. 33:

a) Unterschied in Druckwerten und -Kurvenverlauf bei normaler Patteller (PN) und Patella alta (PA). QSN = Quadr. Sehnendruck bei PN, QSA = Druck der Quadrizepssehne bei PA. P + QS = Totaldruck des Streckapparates.

b) Die zusätzliche Beanstpruchung der Gelenkteile bei der PA entspricht der Fläche ▨. Sie stellt einen Zuwachs von etwa 30 Prozent dar gegenüber der Beanspruchung bei PN ▩.



a)



b)

b) Tiefstand der Patella = Patella baja

Nach BANDI und TRILLARD (1964) führt auch die Patella baja zu einem höheren Verschleiß im Femoropatellargelenk. Die Patella baja kommt zwar früher in den Genuß des Umwicklungseffektes, gleichzeitig sinkt sie aber bei gleichem Beugegrad tiefer in die Inzisura intercondylica ein als eine normal stehende Patella, verkürzt dadurch den Hebelarm r (s. o. Formel) und kommt gleichzeitig früher in der Bereich der kleinen Kontaktflächen mit den Kondylen. Beide Faktoren erhöhen jedoch den Gelenkdruck pro cm^2.

4. Achsenfehlstellungen des Beines

Die physiologische Valgusstellung des normalen Kniegelenkes bedingt an sich schon bei Beugung eine Lateralisierung der Patella, da der Streckapparat einen nach außen offenen Winkel Q von 170 ° aufweist (BRATTSTRÖM, DE PALMA).

Dieser Q-Winkel gibt das Maß der abduzierten Zurichtung wieder. Er kann von mindestens vier Faktoren beeinlußt werden (BRATTSTRÖM, RÜTT):

1. Muskelursprung: Das physiologisch breitere Becken der Frau bedingt, daß der Quadrizepsursprung weiter lateral liegt und damit den Q-Winkel verkleinert.
2. Ansatz des lig. patellae: Eine Lateralisierung dieser Sehnenansatzstelle der Tub. tibiae bedingt die sogenannte Bajonettstellung des Streckapparates (s. Abb. 35, NOESBERGER, FICAT).
3. Eine Torsion der Tibia nach außen (BRATTSTRÖM, KIESELBACH, FÜRMAIER, RÜTT).
4. Vorliegen eines X-Beines (BRATTSTRÖM, KIESELBACH).

Abb. 34:

Physiologische Valgusstellung des Kniegelenkes

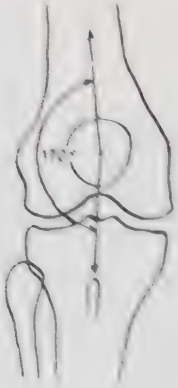
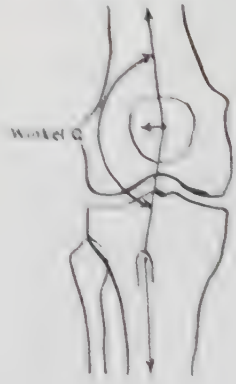


Abb. 35:

Bajonettstellung des Streckapparates



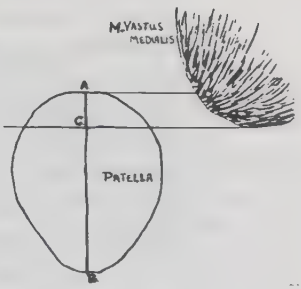
5. Störungen der weichteiligen Führung

a) Muskelapparat

Als einzige aktive Kraft ziehen die horizontalen und schrägen Fasern des M. vastus med. die Patella nach medial. Eine Insuffizienz dieses Muskels bewirkt eine Verschiebung der Patella nach lateral (FICAT, OUTERBRIDGE). Desweiteren hängt die Zugwirkung des M. vastus med. nach OUTERBRIDGE vom Ansatz seiner horizontalen Fasern am medialen Patellarand ab. Je tiefer die Fasern und damit je mehr Fasern (entsprechend der Länge AC in Abb. 36) am medialen Patellarand ansetzen, um so mehr Zugkraft nach medial vermag der M. vastus medialis aufzubringen.

Abb. 36:

Ansatz des M. vastus medialis am Patellarand



Nach seinen Untersuchungen an Knieen von Leichen war bei den Knieen mit Patellaluxation das Verhältnis Vastusansatzlänge AC zur Gesamtlänge der Patella AB 1 : 4 gegenüber 2 : 4 bei normalem Knie.
Auf der anderen Seite kann auch eine Hypertrophie oder Kontraktion des M. vastus ext. das Gleichgewicht nach lateral verlagern.

b) Kapsel- und Bandapparat

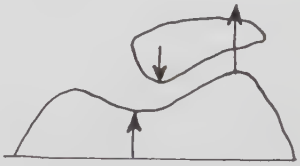
Hier kann das laterale Retinakulum, das schon physiologischerweise stärker entwickelt ist als das mediale, verdickt und verkürzt sein.
Andererseits kann auch der mediale Bandapparat, sei es auf Grund einer allgemeinen Bindegewebsschwäche, einer Verletzung oder Überbeanspruchung, erschlafft sein.
Beides führt zu einer Lateralisierung der Patella.
Eine verstärkte Lateralisierung der Patella äußert sich klinisch im Bilde der:

1. Subluxation der Patella

   Im Gegensatz zur Luxation verläßt die Patella hier nicht ihr Gleitbett, sondern liegt zum großen Teil über dem lateralen Kondylus.
   Klinisch äußert sich eine Subluxation häufig in abnormer Verschieblichkeit der Patella in frontaler Richtung bei gestrecktem entspanntem Bein.
   Biele Autoren (FICAT, BANDI, HUGHSTON, RÜTER) sehen die Subluxation als einen wichtigen Faktor für die Entstehung von Knorpelschäden an, da die oft verkantete Patella nur eine recht kleine Kontaktfläche mit dem lateralen Femurkondylen hat und so der Gelenkknorpel dauernd einem erhöhten Druck ausgesetzt ist. Als wertvolle Diagnostikhilfe für eine laterale Drucküberlastung gibt FICAT das "Hyperpressionssyndrom" an, das gut auf Tangentialaufnahmen erkannt werden kann.
   Es ist charakterisiert durch:
   1. Asymmetrischer Gelenkspalt mit Verschmälerung des lateralen und Verbreiterung des medialen Anteils
   2. Subchondrale Verdichtung des lateralen Patellaanteils
   3. Subchondrale Entkalkung des medialen Patellaanteils
   4. Lateralisierung der Spongiosatrabekel

Abb. 37:

Schematische Darstellung einer Subluxation der Patella



2. Die habituelle Patellaluxation

Charakteristisch für sie ist das unbemerkte Auftreten irgendwann in der Jugend (RÜTT). Auffällig wird sie erstmalig auf Grund der unterschiedlichen Kniekontur. Die Patella gleitet schmerzfrei, synchron mit jeder Kniebeugung bei 30 bis 50 ^{o} auf die laterale Kniegelenkseite, um etwa bei 80 bis 90 ^{o} ebenso schmerzfrei wieder in ihre physiologische Lage in der Fossa intercondylica zu rutschen. Bei der anschließenden Streckung erfolgt die Bewegung der Patella ohne Luxation physiologischerweise.
Die synchron mit der Kniegelenksverrenkung verlaufende Luxation ist immer von einer Spontanreposition gefolgt; sie verursacht keinen Reizzustand des Kniegelenkes. Die Luxation bewirkt praktisch keine Funktions- oder Leistungsbeeinträchtigung des Beines.

3. Die rezidivierende Patellaluxation

Charakteristisch tritt sie erstmalig meist im Schulalter plötzlich und unvorhergesehen auf (RÜTT).
Die Patienten geben anamnestisch an, daß sie ausgerutscht oder umgeknickt seien und schildern diese erste Luxation wie alle anderen darauffolgenden als äußerst schmerzhaft. Oftmals liegt gleichzeitig ein Kniegelenksergüß vor.
Zumindest die erste Luxation ist nicht von Spontanreposition gefolgt. Bei späteren Rezidiven ist dies meist der Fall, oder der Patient hat gelernt, wie er die Kniescheibe selbst reponieren kann (RÜTT).
Im Gegensatz zur habituellen Patellaluxation ist die Ausgangsstellung das gebeugte Knie, das sich mit maximaler Kraft in Kürze strecken will. Die Luxation erfolgt in der Schlußstreckung verbunden mit einer unmittelbar nachfolgenden Quadrizepsentspannung evtl. auch Reposition (KIESELBACH, 1956).

V. Gelenkknorpelveränderungen

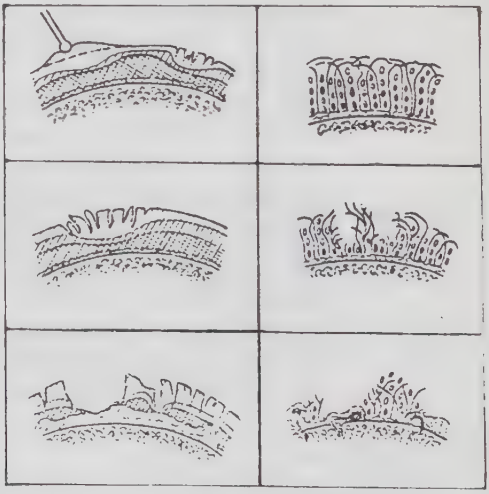
Dysplasien im Femoropatellargelenk können durch lokal vermehrte Druckbelastung zu einer Läsion des hyalinen Gelenkknorpels führen.

1. Chondropathia patellae

Einer der häufigsten Knorpelschäden am Kniegelenk ist nach BANDI, OUTERBRIDGE u. v. a. die Chondropathia patellae. Der Knorpel, bestehend aus Chondrozyten, Kollagenfasern und Matrix, wird durch Diffusion ernährt, die durch Walkbewegungen des Knorpels gefördert wird. Durch erhöhten Druck kann es nun zu einer Schädigung der Chondrozyten und durch fehlenden Druck infolge mangelnder Durchwalkung des Knorpels zu Ernährungsausfall und Knorpeldegeneration kommen (BANDI). Die so entstehende Chondropathia patellae läßt sich nach BANDI in drei Stadien einteilen:

1. Grad: Umschriebene gelblich-bräunliche Verfärbung und Mattigkeit des Knorpels mit Elastizitätsverlust

2. Grad: Lamelläre und zottige Aufsplitterung des Knorpels, Knorpelschuppen im Liquor synovialis, Synovitis



a b

Abb. 38:
(n. BANDI)
Chondromalazie
1. bis 3. Grad
v. oben n. unten

a = Schematische Darstellung der Aufsplitterung
b = Schema d. histologischen Bildes

3. Grad: Ulzeröser Zerfall des Knorpels mit freiliegenden, sklerosierten, subchondralen Knorpelpartien und Einwachsen eines Pannus auf die Patellagelenkfläche. Aus dem Markraum sproßt gefäßreiches Bindegewebe in die degenerierten basalen Knorpelschichten ein und führt zur Bildung von Osteophyten: Übergang zur Arthrose. Zugleich wird der Reibekoeffizient erhöht, was gesteigerten mechanischen Verschleiß, Zerrüttung und Ernährungsstörung zur Folge hat (Circulus vitiosus).
Zusätzlich kommt es zu immer stärker werdenden Schmerzen im Kniegelenk. Der Knorpel ist zwar nicht sensibel innerviert, dafür ist aber der subchondrale Knochen reichlich mit Nervenendigungen versorgt.

2. Die Femoropatellararthrose

Als Folgekrankheit der Chondropathia entwickelt sich die Femoropatellararthrose (RÖSSLER).
Die im Stadium 3 gebildeten Osteophyten werden umgebaut, und durch funktionell induzierte Strukturierung bilden sich schließlich die typischen Randzacken und Knorpeldestruktionen (zitiert nach BANDI).
Die femoropatellare Arthrose ist nach RÖSSLER die häufigste primäre Lokalisation der Gonarthrose.

Abb. 39: Schema einer permanenten Subluxation nach lateral mit Arthrose

VI. Behandlungsverfahren

Neben konservativen Therapiemöglichkeiten wie intensiver Krankengymnastik zur Stärkung der Quadrizepskraft, Einschränkung von das Femoropatellargelenk stark belastenden Aktivitäten (z. B. Skifahren), hyperämisierende Maßnahmen (Fangopackung, Kurzwellen) und schließlich medikamentöse Therapie gibt es eine Reihe von operativen Behandlungsverfahren.

Tab. 2: Konservative Therapie

Verbesserung der Statik	Gewichtsabnahme
Physikalische Maßnahmen	Fango - Moor - Paraffin Kälte Kurzwellen - Iontophorese Röntgenbestrahlung
Medikamentöse Behandlung	Symptomatisch Analgetika, Antirheumatica Knorpelschutztherapie Glukosamine: Dona 200® Mukopolysaccharide: Arteparon® Knorpel-Knochen-Extr. Arumalon® Ichthyol-Salbe Cortison Gleitmittel

Operative Therapie

1. Operationen zur Normalisierung des Gleitweges

Zur Normalisierung des Gleitweges (z. B. bei der Patellaluxation) hat KAISER (1955) 137 Methoden angegeben.
Die bekanntesten und bewährtesten dürften sein:

a) Das Verfahren nach KROGIUS mit Entnahme eines bogenförmigen Streifens aus dem medialen Retinakulum und seine Transplantation nach lateral.

b) Das Verfahren nach GOLDTHWAIT, bei dem das laterale Drittel des Ligamentum patellae nach medial geschlagen wird (s. Abb. 40).

Abb. 40: Operation nach GOLDTHWAIT
Indiziert bei der Notwendigkeit einer Medialisierung der Patella (luxans) im Wachstumsalter

Abb. 40:

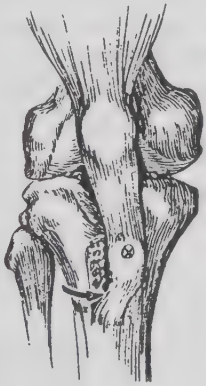


Abb. 41:

Abb. 41: Operation nach ROUX/ELMSLIE

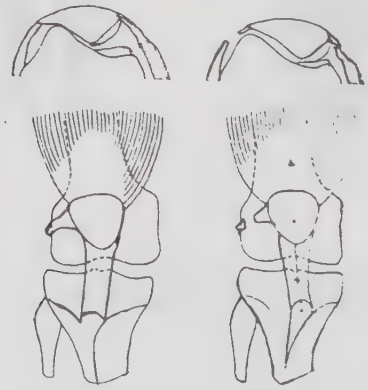
c) Die Medialisierung und Distalversetzung der Tuberositas tibiae nach ROUX und ELMSLIE

Diese Methode bringt den Streckapparat wieder in die normale Achse.

Beschreibung der Methode:

Eingriff in Blutleere. Bogenförmiger Hautschnitt medial der Patella bis über die Tuberositas tibiae reichend (medialer Payrschnitt). Präparation der Gelenkkapsel und Spaltung des lateralen Retinakulums in Längsrichtung. Präparation des kranialen Quadrizepsansatzes an der Tub. tibiae. Dreieckförmige Freilegung der medialen Tibiafläche vom Periost mit einem Raspatorium. Abmeißeln der Tuberositas tibiae zusammen mit der Quadrizepssehne, hochklappen derselben und retrograde Präparationbis zur Gelenkkapsel. Spannen der Quadrizepssehne und verschieben derselben nach medial und distal. Fixation der knöchernen Ansatzlamelle mit einer Spongiosaschraube. Decken des Knochendefektes mit Periostnähten. U-förmige Kapselraffnaht medial mit Chromcat in 2 Etagen. Redon-Drainage. Hautnaht. Postoperativ Oberschenkelliegegips.

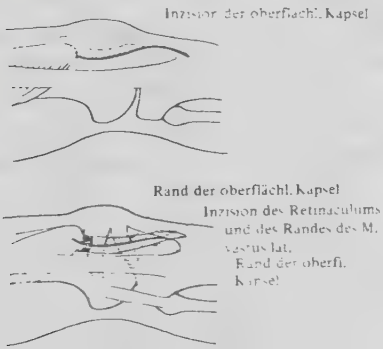
Abb. 42: Operationsverfahren nach ROUX und ELMSLIE



d) Die Retinakulum - Spaltung

Diese Methode hat sich bewährt in leichteren Fällen der Luxation und bei der lateralen Hyperpression (FICAT, VILLINGER).
Die Entlastung durch Retinakulumspaltung und Spaltung der anschließenden fibrösen Kapsel, welche offen belassen wird, beruht darauf, daß die Patella sich zwangslos in die Fossa intercondylica einschmiegen kann und daß die bei zunehmender Beugung anwachsende, dorsal gerichtete Spannung der fibrösen Kapsel wegfällt, wodurch der femoropatellare Gelenkdruck reduziert wird. Man kann sich am Operationspräparat davon überzeugen, daß die Kapselinzision mit zunehmender Beugung des Kniegelenkes vermehrt klafft.
FICAT fordert im Falle der lateralen Hyperpression über die Spaltung des lateralen Retinakulums hinaus die Resektion eines mindestens 1 cm breiten Streifens, da die Spaltung allein häufig zu Rezidiven führe.

Abb. 43: Retinakulumspaltung
Bevor das Retinakulum erscheint, muß die oberflächliche Schicht der fibrösen Kapsel gespalten werden.

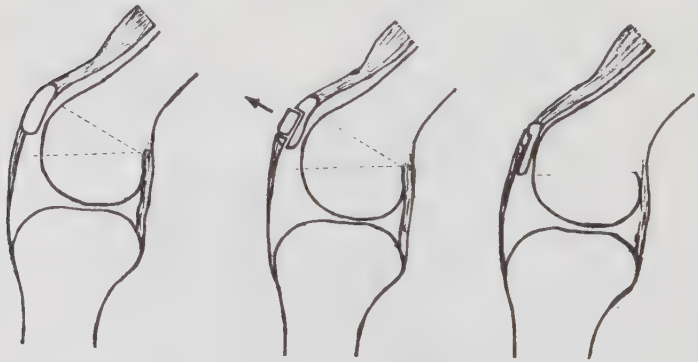


e) Die Normalisierung des Gleitweges bei Patella alta

Das bekannteste Verfahren zur Behandlung der Patella alta ist die Distalverlagerung der Tuberositas tibiae nach ROUX.

Durch die in diesem Bereich zurückfliehende Vorderkante der Tibia kommt es bei der Distalisierung der Tuberositas zwangsweise auch zu einer Dorsalversetzung. Dies verschlechtert die Hebelarme des Streckapparates und vergrößert damit den retropatellaren Druck mit entsprechend negativen Auswirkungen auf die Chondromalazie. GROENEVELD hat daherfür diese Fälle ein anderes Verfahren vorgeschlagen. Hierbei wird der Ansatz des Ligamentum patellae an der Patella isoliert, danach ein entsprechend dem Hochstand der Patella bemessenes Segment aus der Patellavorderfläche reseziert und der Ligamentum patellae - Ursprung höher reinseriert. Gelingt es dabei, diesen Ansatz auch noch nach dorsal zu verschieben, resultiert gleichzeitig eine Vorverlagerung der Patella.

Abb. 44: Operation nach GROENEVELD bei Patella alta



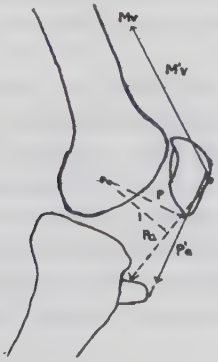
2. Operationen zur Verbesserung der Gleitfläche

Hier ist vor allem die Abrasio des Knorpels zu nennen, bei der der Patellaknorpel mit einem Messer mechanisch gesäubert und geglättet wird.
PRIDIE schlug vor, die subchondrale Sklerosierung durch Bohrungen zu durchbrechen. Er hatte dabei die Vorstellung, daß die Knorpeldegeneration durch eine Ernährungsstörung bedingt sei, die ihre Ursache in einer durch die Sklerose gestörten Diffusion aus den subchondralen Schichten habe. Die Bohrungen sollten diese Schranke durchbrechen. Heute wird das Verfahren mehr für die Fälle diskutiert, bei denen vollständig knorpelfreie Areale bestehen.
Bindegewebssprossen aus der Spongiosa unter der Sklerosezone sollten dann unter funktionellem Anreiz in Faserknorpel umgewandelt werden und den Knorpeldefekt mit einem Ersatzgewebe decken.

3. Maßnahmen zur Reduzierung des retropatellaren Druckes

Den Gedanken einer Reduzierung des retropatellaren Druckes durch Verbesserung des Hebelarmes des Streckapparates publizierte MAQUET. In der Originalarbeit schlug er vor, durch einen cortico-spongiösen Span das Ligamentum patellae vor seinen Ansatz an der Tuberositas tibiae entsprechend umzulenken (s. Abb. 45).

Abb. 45: Vorverlagerungsoperation nach MAQUET



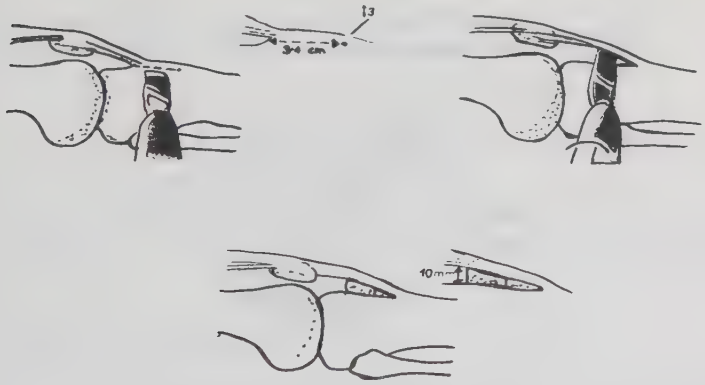
BANDI war es dann, der diese Operationsmethode aufgriff und weiter verbesserte.

Operationstechnik der Ventralverlagerung der Tuberositas tibiae n. MAQUET, modifiziert nach BANDI:

Eröffnung des Kniegelenkes durch eine laterale parapatellare Längsinzision. Diese wird nach distal verlängert und zwei Querfinger distal der Tuberositas tibiae bis zur vorderen Tibiakante geführt, welche sie knapp nach medial überkreuzt. Nach Eröffnen des Kniegelenkes erfolgt seine Inspektion und die Durchführung der intraartikulären Maßnahmen: Glätten der patellaren Gelenkfläche durch Abrasio des malazischen Knorpels. Entfernen von Osteophyten, evtl. Synovektomie und Meniskektomie, je nach Befund. Anschließend wird die Tunica synovialis durch fortlaufende Naht mit resorbierbarem Material dicht geschlossen. Nun sucht man im lockeren retroligamentären Gewebe mit einer Knopfsonde das kraniale Ende der Tuberositas tibiae auf. Die Bursa ligamenti patellae soll nach Möglichkeit geschont werden (Vermeidung von Narbenbeschwerden). Die Streckmuskulatur wird auf eine Distanz von etwa 5 cm und in einem 1 cm breiten Streifen von der lateralen Tibiawand abgelöst, ein Meißel parallel der vorderen Tibiakante 5 - 6 mm dorsal ihres freien Randes angesetzt und von lateral nach medial durchgeschlagen. Es ist darauf zu achten, das mediale Periost mit dem Meißel nicht zu durchtrennen, sondern nur abzuheben. Ebenfalls entlang des medialen Randes des Ligamentum patellae wird das aus der fibrösen Faszie einstrahlende Kapselgewebe vorsichtig längs gespalten.
Aus der Crista iliaca wird der für die Vorverlagerung verwendete autologe cortico-spongiöse Span herausgemeißelt, so daß er eine Basishöhe von 10 mm, eine Länge von ca. 3 cm und eine Breite von 2 cm aufweist. Ein 15 mm breiter Meißel wird unter das kraniale Ende der gelösten Tuberositas tibiae geschoben und langsam auf die Kante gedreht, wodurch die Tuberositas tibiae abgehoben wird. Wird dieser Akt vorschriftsmäßig langsam durchgeführt, so bleibt

meistens eine Fraktur am distalen Übergang des abgetrennten Stückes der Tibiakante aus. Der cortico-spongiöse Span wird unter die Tuberositas tibiae geschoben, so daß seine kortikale Basis (entsprechend dem freien Rand der Crista iliaca) bündig mit dem kranialen Ende der Tuberositas ist. Nach Entfernen des abgespreizten Meißels klemmt die abgehobene Tuberositas tibiae den Span meist so fest ein, daß eine zusätzliche Verschraubung nicht nötig ist. Genaue Blutstillung. Offenlassen der Kapselinzision lateral und medial des Ligamentum patellae. Redon-Drainage. Hautnaht.

Abb. 46: Ventralverlagerung der Tuberositas tibiae n. BANDI

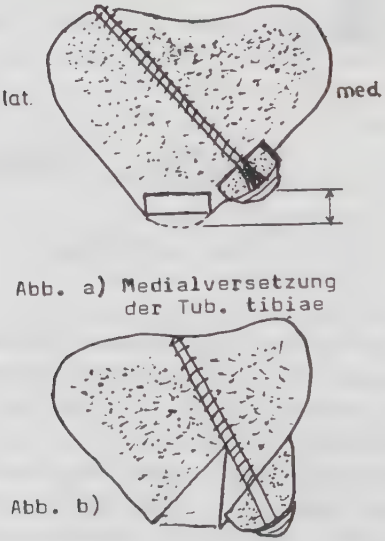


Bei der Tuberositasversetzung nach ROUX und ELMSLIE kommt es durch den dreieckigen Querschnitt der Tibia zu einer Rückverlagerung des Ansatzes des Lig. patellae bei gleichzeitiger Rotation.
MAQUET und später BLAUTH haben eine Technik für die Entnahme der Tuberositas tibiae und Wiederbefestigung entwickelt, die diesen für die Mechanik des Femoropatellargelenkes negativen Effekt ausgleicht.
Das Prinzip ihrer Methode besteht in der Medialisierung und gleichzeitigen Ventralisierung der Tuberositas tibiae.

Operationstechnik der Medialisierung und gleichzeitigen Ventralisierung der Tuberositas tibiae nach MAQUET und BLAUTH (Kombinationsmethode)

Die Technik der Medialisierung der Tuberositas tibiae dieser Kombinationsmethode entspricht der Methode nach ROUX. Die abgemeißelte und nach medial verlagerte Tuberositas tibiae wird je nach Ausmaß der Medialisierung mit einem entsprechend dicken autologen Knochenspan unterfüttert, so daß keine Dorsalverlagerung der Patella entsteht. Anschließend Fixation der nach medial und ventral verlagerten Tuberositas tibiae mit einer Spongiosaschraube oder einer speziellen Flachkopfschraube nach BLAUTH.

Abb. 47: Medialisierung und gleichzeitige Ventralisierung der Tuberositas tibiae (n. MAQUET und BLAUTH)



4. Die Patellektomie und Patellaplastik

Der radikalste Eingriff zur Beseitigung der retropatellaren Beschwerden ist die Patellektomie. Nachteile sind vor allem die Stabilitätsminderung und die Quadrizepskraftverminderung beim Strecken des Kniegelenkes. Daneben besteht auch die Gefahr einer Schädigung des Femorotibialgelenkes durch vermehrten Druck. Nach Berechnungen FÜRMAIERs soll der Druck nach Patellektomie im femorotibialen Gelenk bei einer Kniebeugung von 45 ^{0} um das 4 1/2 -fache ansteigen.
Eine Alternative zur Patellektomie ist die Patellaplastik oder Interpositionsplastik, wie sie von CAVE und ROVE beschrieben wird. Bei dieser Methode werden die inneren 2/3 der Patella reseziert, wobei aber die überwiegenden Anteile des M. Quadrizeps und die Patellasehne intakt bleiben. Die offen liegende Knochenoberfläche wird dann mit einem hochgeklappten infrapatellar gelegenen Teil des HOFFAschen Fettkörpers und Synovia bedeckt und mit den Rändern der an der Patella befindlichen Synovia vernäht.
GOYMANN schlägt ebenso eine tangentiale Patellaresektion verbunden mit einer Interposition der Bursa praepatellaris vor.

5. Kniegelenksprothesen

1955 entwickelte MC KEEVER zunächst eine Patellaprothese Vitallium, die jedoch keine guten Langzeitergebnisse brachte. 1975 führten dann AGLIELTI et al. eine andere Patellaprothese ein. Diese wird sowohl aus Vitallium als auch aus HDP Kunststoff angeboten.
Neuerdings werden auch Totalprothesen des Femoropatellargelenkes, so die BECHTOL-, LINK- und die WALLDIUS-Prothese, angeboten und finden immer mehr Verbreitung.

B. SPEZIELLER TEIL

I. Material

An der Orthopädischen Universitätsklinik, dem König-Ludwig-Haus,in Würzburg wurden im Zeitraum von 1956 bis 1978 62 Patienten wegen eines Retropatellarschadens behandelt.
40 dieser Patienten konnten in der Klinik nachuntersucht werden.
Bei diesen Patientne hatten folgend Operationsverfahren Anwendung gefunden:

1. Die Ventralverlagerung der Tuberositas tibiae nach MAQUET und BANDI (9 Fälle)
2. Die Medial- und Distalversetzung der Tuberositas tibiae nach ROUX und ELMSLIE (19 Fälle)
3. Eine Kombination dieser beiden Verfahren mit Medialisierung und gleichzeitiger Venralverlagerung des Lig. Patellae - Ansatzes, wie sie von MAQUET und BLAUTH vorgeschlagen wurde (12 Fälle)

a) Indikationsstellung zur operativen Behandlung

Die Operationen nach ROUX/ELMSLIE und MAQUET/BLAUTH (insgesamt 31 Fälle) fand vor allem bei jüngeren Patienten mit habitueller oder rezidivierender Patellaluxation Anwendung. Das Durchschnittsalter betrug hier 16,5 Jahre.

Das Intervall zwischen erstem Auftreten der Beschwerden und durchgeführter Operation betrug bei den nach der Methode nach ROUX/ELMSLIE operierten Patienten 5 1/2 Jahre, bei den nach MAQUET/BLAUTH operierten 4 Jahre und 8 Monate (s. Tab. 3).

Alle Patienten klagten über Gehunsicherheit, häufiges Einknicken (giving away) und Patellaluxation nach lateral. Ein Drittel der Patienten klagte über dauernden Kniegelenkserguß, begleitet von Schmerzen.
4 Patienten wiesen starke Bewegungseinschränkung auf.
Über die Hälfte der Patienten hatten das typische Beschwerdebild einer Chondropathia patellae.
Bei allen Patienten schlug die konservative Behandlung fehl.

Tab. 3: Verteilung des Patientengutes auf die verschiedenen Operationsverfahren
(angegeben ist jeweils der arithmet. Mittelwert)

Operation	Zahl	Alter	Postoperative Kontrolle	Klinik-aufenthalt	präoperative Beschwerden (Zeitdauer)	Dauer der Arbeitsunfähigkeit
ROUX/ ELMSLIE	19	16,5 J.	5,5 J.	73 Tg.	5,5 J.	15 Wo.
BANDI/ MAQUET	9	38,5 J.	2 J. 9 Mo.	39 Tg.	10,0 J.	13 Wo.
MAQUET/ BLAUTH	12	16,0 J.	4 J.	69 Tg.	4 J. 8 Mo.	15 Wo.
Gesamt	40	21,5 J.	4,5 J.	64 Tg.	6 J. 2 Mo.	14 Wo.

Demgegenüber fand die Operationstechnik nach MAQUET/ BLAUTH überwiegend bei retropatellaren Knorpelschäden ohne stärkere Luxationstendenz Anwendung.
Das Durchschnittsalter betrug hier 38,5 Jahre. Das Intervall zwischen erstem Auftreten der Beschwerden und Operation betrug im Durchschnitt 10 Jahre.
Hauptbeschwerden der Patienten waren hier starke Retropatellarschmerzen, die trotz intensiver konservativer Behandlung nicht besser wurden.

Tabelle 4 schlüsselt die Diagnosen in Bezug zu den drei Operationsmethoden auf und macht die Indikationen zu den einzelnen Verfahren deutlich. Die Unterscheidung in Tab. 4 zwischen habitueller und rezidivierender Patellaluxation und Chondropathia patellae gehen einzeln aufgeführt in die Tabelle ein.

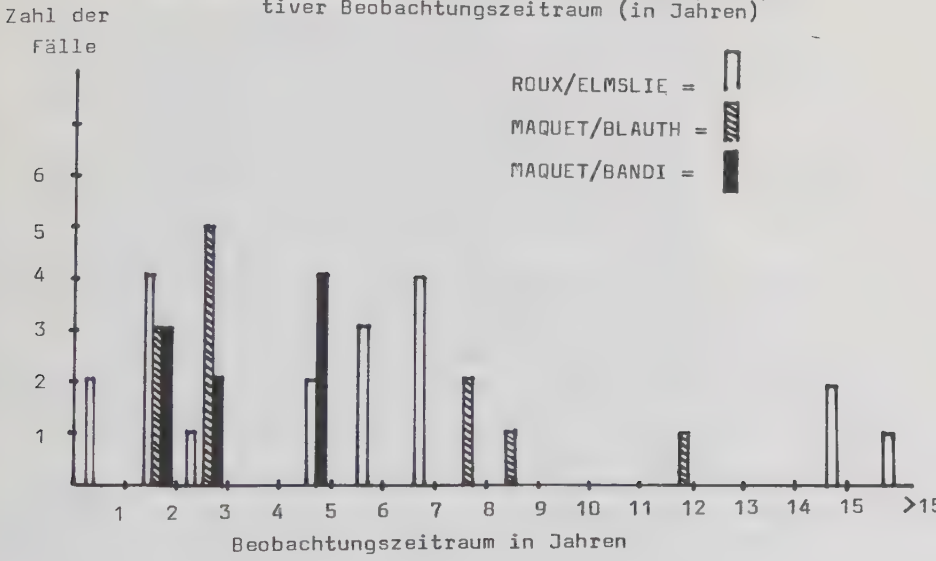
Tab. 4: Klinische Diagnose und Indikation bei den angewandten Operationsverfahren

Diagnose	Operationsverfahren			TOTAL
	ROUX/ ELMSLIE	MAQUET/ BLAUTH	MAQUET/ BANDI	
Rezid. Pat.Lux.	10	5	1	16
Habit. Pat.Lux.	8	3	0	11
Kong. Pat.Lux	0	2	0	2
Sublux. d.Pat.	1	2	4	7
Chondropathia pat.	11	5	9	25
Femoropatellar-arthrose	5	3	9	17
Patella-Fraktur	0	0	2	2

b) Nachuntersuchungszeitraum

Der Zeitraum zwischen durchgeführter Operation und Nachuntersuchung reichte von 1 bis 22 Jahre.
Er betrug bei der Gruppe der nach ROUX/ELMSLIE operierten Patienten 5,5 Jahre, bei der Gruppe MAQUET/BLAUTH 4 Jahre und bei der Gruppe MAQUET/BANDI 2 Jahre und 9 Monate.

Abb. 48: Angewandte Operationsmethode und postoperativer Beobachtungszeitraum (in Jahren)



II. Methodik der Untersuchungen

Von den 40 nachuntersuchten Patienten konnten 36 ambulant, 4 im Rahmen eines stationären Aufenthaltes untersucht werden.
Bei allen Patienten wurde an Hand eines speziellen standardisierten Untersuchungsbogen (s. Anhang) zunächst eine genaue Anamnese erhoben, danach erfolgte die Inspektion und als letztes die röntgenologische Untersuchung des Kniegelenkes.

1. Klinische Untersuchung

Oft läßt sich auf Grund der Anamnese schon eine Diagnose stellen oder zumindest können einige andere möglichen Beschwerdeursachen ausgeschlossen werden.
Begonnen wird mit der Frage nach Schmerzen.
Bejaht der Patient dies, so wird als nächstes versucht, dies näher einzugrenzen. Es wird nach Lokalisation, Dauer, Art der Schmerzen gefragt. Wichtig ist auch die subjektive Beurteilung der Schmerzen durch den Patienten selbst, wie stark sind die Schmerzen: leicht, mittel, stark? Analgetikabedarf? Ist eine Besserung nach der Operation eingetreten?
Retropatellare Schmerzen, die besonders beim Treppensteigen auftreten, sind dür eine Chondropathia patellae charakteristisch.
Als nächstes wird nach der Stabilität im Kniegelenk (Gehsicherheit) gefragt. Hinweisend auf Instabilität sind Einknicken (giving away). Patellaluxation, Modus der Luxation, Schmerzen, Bewegungseinschränkung, Belastungsfähigkeit.
Auf Grund der Anamnese kann zwischen einer habituellen und einer rezidivierenden Patellaluxation unterschieden werden (RÜTT).
Von den Patienten angegebene Einklemmungserscheinungen oder Blockierungen des Kniegelenkes lassen eine eventuelle Meniskusläsion oder einen freien Gelenkkörper differentialdiagnostisch in Frage kommen.

Die Untersuchung des Streckapparates des Kniegelenkes beginnt mit der Überprüfung des M. Quadrizeps. Die vergleichende Messung des Oberschenkelumfanges (10 cm oberhalb der oberen Patellakante) vermittelt einen Eindruck über den Entwicklungszustand des M. quadrizeps. Eine Seitendifferenz von mehr als 2 cm läßt eine Schonung der jeweils im Umfang kleineren Extremität vermuten.
Am liegenden Patienten wird die Position der Patella zur Tuberositas tibiae begutachtet. Man mißt den Winkel zwischen der Spina iliaca anterior superior (Patellamittelpunkt ist Scheitelpunkt) und der Tuberositas tibiae. Dieser sogenannte Q-Winkel beträgt normalerweise bei der Frau 165 ^{o} und beim Mann 170 ^{o}.
Ein Patient mit einem vergrößerten Q-Winkel oder einer übermäßigen Außenrotation der Tibia gegenüber dem Oberschenkel ist prädisponiert für eine Patellaluxation (HUGSTON).
Bei Valgusfehlstellung ist der Q-Winkel verringert.
Eine Lateralisierung der Patella kann nach HEYWOOD am sitzenden Patienten geprüft werden. Der sitzende Patient läßt seine Beine ganz locker von der Untersuchungsliege hängen (90 ^{o} Beugung). Eine nach außen verdrängte und leichte Verkippung der Patella ergibt sich, wenn sich beim liegenden Patienten in 30 ^{o} Beugestellung des Beines die Patella vom Untersucher nach lateral über den lateralen Femurkondylen verschieben läßt.
Als nächstes wird die Form des Knies begutachtet.
Liegt eine Schwellung, eine Hautrötung vor?
Es folgt die Standarduntersuchung des Kniegelenkes.
Sie umfaßt die Prüfung eines Ergusses (Tanzende Patella), Prüfung der Seitenbänder (Abduktions-, Adduktionsschmerz, innen bzw. außen), die Kreuzbänder (vorderes und hinteres Schubladenphänomen), Prüfung der Menisken (Zeichen nach MC MURRAY, STEINMANN I und II, PAYR), vergleichende Messung des aktiven und passiven Bewegungsumfanges (Flexion, Extension mit der Neutral Null Methode), Palpation des Kniegelenkes (Ganglion, Tumor, Bursitis?).

Eine wesentliche Hilfestellung für die klinische Diagnostik einer Chondropathia patellae oder Femoropatellararthrose bietet der von FICAT unter dem Namen "Patellarsyndrom" zusammengestellte Symptomkomplex. Das Patellarsyndrom ist frühzeitig, zuverlässig und läßt eine Patellaknorpelschädigung meist schon vor einem röntgenologisch sichtbaren Befund diagnostizieren. Alle in Tabelle 5 aufgeführten Parameter des Patellarsyndroms wurden überprüft.
Der in Tabelle 5 angegebene "provozierte Schmerz" ist durch 3 Symptome gegeben:

1. Palpation der Patellagelenkfläche von dorsal her bei gleichzeitigem Verschieben der Patella nach medial oder lateral. BANDI gibt als Ursache dieses Schmerzes eine entzündliche Tunica-Synovialis an.
2. Patellaverschiebeschmer: Durch Verschieben der Patella in horizontaler und vertikaler Richtung auslösbar.
3. Patellaanspannschmerz: Der Untersucher drückt bei entspanntem Quadrizeps die Patella kräftig nach dorsal gegen die Femurkondylen und läßt nun den Patienten seinen M. quadrizeps anspannen. Hierdurch wird die Patella unter axialer Belastung durch ihr Gleitlager gezogen, was im gegebenen Fall zur typischen Schmerzauslösung führt.

Tab. 5: Das Hyperpressionssyndrom (n. FICAT)

A. Spontanschmerz: Retropatellär in med. Gelenkspalte

B. Provozierter Schmerz:
- Patellaverschiebeschmerz
- Palpation der Facetten digital an verschobener Patella von dorsal
- Zeichen nach Zohlen
- Patellaandrückschmerz

C. Hyperpressionsschmerz:
- Statisch: im Sitzen
- Dynamisch: beim Auf- und Absteigen
- im Stehen gegen Widerstand: Immer im gleichen Winkel, meist ca. 160 °

D. Reduktion der Patellagleitfähigkeit:
- Krepitation (Hobelphänomen)
- Springende Patella
- Blockierung

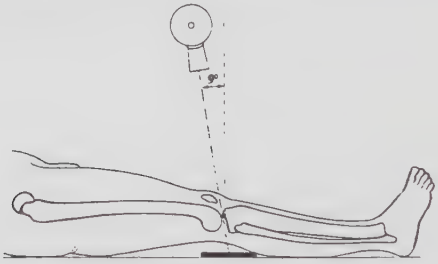
E. Begleitsymptome: Rezidiv. Erguß
- Hypertrophie des HOFFAschen Fettkörpers
- Einknicken
- Muskelatrophie

2. Röntgenologische Untersuchung

Bei jedem Patienten wurden prä- und postoperativ drei Standard-Röntgenaufnahmen gemacht (Knie a.p., seitlich und Patella tangential 30 und 50 °). Die Tangentialaufnahmen wurden nach der Technik von KNUTSSON angefertigt, der nach BAUMGARTL und anderen Autoren günstigsten Aufnahmetechnik für Tangentialaufnahmen (s. Abb. 49).

Abb. 49: Tangentialaufnahme nach KNUTSSON:
Das Kniegelenk ist mit einer Gelenkstellung von 130 - 110 ° gelagert. Der Zentralstrahl trifft die Kniescheibe tangential.

Abb. 50: a.p.-Aufnahme bei gestrecktem Bein
Hierbei müssen die Eminentiae intercondylaris in der Mitte der symmetrischen Fossa intercondylaris stehen.



2.1. Die a.p. - Aufnahme

Auf dieser Aufnahme kann man erkennen:

a) Größe und Höhe der Femurkondylen
b) Breite der Area interkondylaris
c) Höhe und Unversehrtheit des medialen und lateralen Gelenkspaltes
d) Evtl. Valgusstellung der Beinachsen (Q-Winkel)
e) Die Beziehung der Patellaspitze in Bezug auf das anatomische Zentrum des Knies, der Area interkondylaris (Erkennung einer Patella alta)
f) Lage der Tuberositas tibiae in Bezug zur Tibiaachse (Messung des Medialisierungsumfanges)
g) Die Entfernung Patellaspitze - Tuberositas tibiae unter Spannung zur Feststellung der Länge des Ligamentum patellae
h) Veränderungen (Sklerosierung), Ausziehungen im lateralen und medialen Kompartiment als Ausdruck einer Gonarthrose

Es läßt sich aber keine Torsion der Tibia feststellen (RÜTT).

2.2. Die Seitenaufnahme bei 30 ^{o} Beugung

(angespannter Quadrizeps, hierbei müssen sich beide Femurkondylen hintereinander projezieren und konzentrisch zur Deckung kommen)

Auf dieser Aufnahme kann man bestimmen:

a) Höhe und Dicke der Patella
b) Die Beziehung der Patellaspitze zum Tibiaplateau (Patella alta oder profunda)
c) Die allgemeine Morphologie der Patella, besonders ihrer Facies articularis
d) Den femoropatellaren Gelenkspalt im Profil (Arthroseerkennung)
e) Die Entfernung zwischen unterem Rand der Patellagelenkfläche und oberen Rand der Trochlea

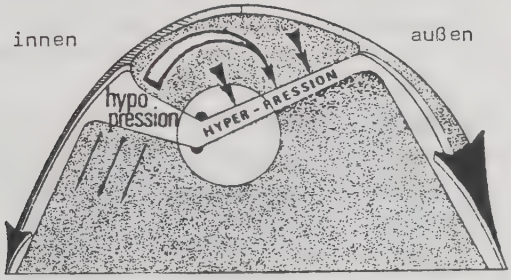
f) Eine eventuelle Fraktur oder Duplikation
g) HAGLUNDsche Delle

2.3 Tangentialaufnahmen

Zur Auswertung kamen auch hier nur Aufnahmen mit gut einsehbarem Femoropatellargelenkspalt.
Auf dieser Aufnahme kann man erkennen:

a) Unversehrtheit und parallele Lage des femoropatellaren Gelenkspaltes.
b) Eine eventuelle Umstrukturierung der subchondralen Spongiosa, Sklerosierung, Auflockerung, degenerative Veränderungen.
c) Die Morphologie der Patella (WIBERG-Typen).
d) Die Morphologie der Trochlea mit femoralem Patellagleitlager.
e) Die Zentrierung der Patella in Bezug zur Trochlea.
f) OUTERBRIDGE ridge: Eine von OUTERBRIDGE beschriebene Leiste am medialen Femurkondylen.
g) Hyperpressionssyndrom nach FICAT.
   Bei dem Hyperpressionssyndrom handelt es sich um ein Ungleichgewicht der Patella in transversaler Richtung. Es tritt häufig bei Inkongruenz im Femoropatellargelenk auf, so bei Dysplasien der Patella WIBERG III bis BAUMGARTL IV und bei Hypoplasien des lateralen Kondylen. Charakteristisch ist eine Verkippung der Patella nach lateral.
   Es kommt somit zu einer funktionellen Lateralisierung, obwohl die Patella insgesamt nicht wirklich lateralisiert sein muß. Weiterhin tritt eine Verschmälerung des lateralen und eine Verbreiterung des medialen Gelenkspaltes ein.
   Das Hyperpressionssyndrom kann nur durch Tangentialaufnahmen sicher diagnostiziert werden. Man findet lateral, bedingt durch den vermehrten Druck, eine Verdichtung oder auch Sklerosierung, medial aber eine Strukturauflockerung bzw. Entkalkung der Patella vor.

Abb. 51: Darstellung der lateralen Hyperpression (n. FICAT)



Das Ausmaß der durch die Operation erreichten Verlagerung der Tuberositas tibiae wurde an Hand von während der Operation gemachten Röntgenaufnahmen (a.p. und seitlich) bestimmt.

III. ERGEBNISSE

Der Klinikaufenthalt betrug im Durchschnitt bei der Operation nach ROUX/ELMSLIE 73 Tage, bei der Operation nach MAQUET/BANDI 39 Tage und bei der Kombinationsmethode nach MAQUET/BLAUTH 69 Tage.
Die entsprechende Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit betrug 15, 13 und 15 Wochen.

1. Bewertungsschema

Die Auswertung der operativ erreichten Ergebnisse erfolgte nach einem modifizierten Bewertungsschema von WEIGERT (1967), welches in Tab. 6 dargestellt ist.

Tab. 6: Wertung der Ergebnisse, modifiz. n. WEIGERT

I. Gut	Freie Beweglichkeit, keine Schmerzen, keine Schwellung, grobe Kraft erhalten (keine Atrophie), gute Leistungsfähigkeit, kein Rezidiv, Patient zufrieden, keine oder geringe Krepitation.
II. Befriedigend	Beweglichkeit gering eingeschränkt, geringe oder keine Schwellung, geringe oder keine Schmerzen, Kraft gering oder gar nicht herabgesetzt (geringe Atrophie), Leistungsfähigkeit gering oder gar nicht herabgesetzt, kein Rezidiv, mittelstarke Krepitation.
III. Schlecht	Beweglichkeit stärker eingeschränkt, häufige Schwellung, Kraft und Leistungsfähigkeit beeinträchtigt (starke Atrophie), Rezidiv, Schmerzen, Patient nicht zufrieden, stärkste Krepitation, Komplikation.

2. Klinische Ergebnisse

Unter Berücksichtigung des oben angeführten Bewertungsschemas waren 23 der 40 nachuntersuchten Patienten mit der Operation zufrieden.
Betrachtet man die Ergebnisse unter Berücksichtigung der angewandten Operationsmethoden, so waren 7 von 9 Patienten mit der Operation nach MAQUET/BANDI zufrieden. Nur bei 2 Patienten ergab sich eine Verschlechterung.
Von den beiden Operationsmethoden zur Beseitigung einer Luxation der Patella schnitt die Methode nach ROUX/ELMSLIE wesentlich schlechter ab.
Es ergaben sich hier 11 schlechte Ergebnisse (von 19) gegenüber 4 von 12 bei der Kombinationsmethode nach MAQUET/BLAUTH.

Tabelle 7 gibt die Ergebnisse der drei Operationsmethoden wieder.

Tab. 7: Ergebnisse der drei Operations-Methoden mit Berücksichtigung der Komplikationen

OP-Methode	Gut			Befriedigend			Schlecht			Kompl.	Total
	♂	♀	insges.	♂	♀	insges.	♂	♀	insges.		
MAQUET/ BANDI	2	1	3 (=33%)	4	0	4 (=45%)	1	1	2 (=22%)	3	9
ROUX/ ELMSLIE	2	2	4 (=21%)	0	4	4 (=21%)	4	7	11 (=58%)	18	19
MAQUET/ BLAUTH	2	4	6 (=50%)	0	2	2 (=17%)	1	3	4 (=33%)	7	12
Total	6	7	13 (32%)	4	6	10 (25%)	6	11	17 (43%)	28	40

Hauptgewicht bei der klinischen Nachuntersuchung wurde auf die Entwicklung der Retropatellarsymptomatik gelegt. Retropatellare Schmerzen hatten bei den 9 nach MAQUET/BANDI Operierten präoperativ alle Patienten. Postoperativ klagten noch 5 dieser Patienten über retropatellare Schmerzen, von denen 3 jedoch eine deutlicht Besserung der Beschwerden angaben.

Bei 2 der Patienten konnte sich keine Besserung einstellen. Vergleicht man nun die Retropatellarsymptomatik bei den anderen beiden Operationsgruppen, so wurde keiner der 8 nach ROUX/ELMSLIE operierten Patienten mit Retropatellarschmerzen beschwerdefrei. Bei 5 Patienten wurden die retropatellaren Schmerzen sogar schlimmer. 1 Patient, der präoperativ keine Schmerzen angab, hatte postoperativ deutliche Beschwerden.
Demgegenüber ergab sich bei den nach MAQUET/BLAUTH operierten Patienten ein ganz anderes Bild. Von 6 Patienten, die vorher eine Retropatellarsymptomatik zeigten, hatte postoperativ nur noch 1 Patient Beschwerden.
Interessant für die Sicherheit der Diagnostik ist auch die Schmerzprovokation durch den Untersucher. Die Entwicklung dieses Schmerzes korrelierte eindeutig mit den alltäglichen Beschwerden der Patienten. Auffällig war aber, daß nur der Patellaanspannschmerz ein sicheres Ergebnis erbrachte. Der von vielen Autoren (BANDI, FICAT, RÜTER) empfohlene Patellaverschiebeschmerz war nur in 15 Fällen präoperativ, in 10 Fällenpostoperativ auszulösen. Die von BANDI empfohlene Schmerzauslösung durch Palpation der Patellafacetten lateral und medial konnten nicht verwendet werden, da sie präoperativ nicht durchgeführt wurde.
Ein weiterer wichitger Parameter ist die Rezidivhäufigkeit der Patellaluxation. Hier lassen sich nur die beiden Operationsmethoden nach ROUX/ELMSLIE und MAQUET/BLAUTH miteinander vergleichen, die ja beide auf eine Beseitigung der vorher bestandenen Luxationstendenz abzielen.
Beide Verfahren wiesen etwa gleich gute Ergebnisse auf. Hier kam es bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE in 2 Fällen zu einem echten Rezidiv. 1 Patient klagte postoperativ über eine gewisse Gehunsicherheit.
Bei der Methode nach MAQUET/BLAUTH kam es zu 1 Rezidiv, 2 Patienten berichteten über Gehunsicherheit.
Zu einem Knieglenkserguß kam es postoperativ 4 mal bei dem Verfahren nach ROUX/ELMSLIE, 3 mal bei MAQUET/BLAUTH und 1 mal bei der Methode nach MAQUET/BANDI.

Retropatellare Krepitation zeigte sich präoperativ bei 25 Patienten, postoperativ bei 34 Patienten.
Dies war zu erwarten, da alle drei angewandten Operationsverfahren nicht die retropatellaren Gelenkflächen verandern.

Tab. 8: Entwicklung der Beschwerden (postoperativ) in Abhängigkeit von der durchgeführten Operation

Art d. Beschwerden	Operationsmethode						TOTAL	
	ROUX/ ELMSLIE		MAQUET/ BLAUTH		MAQUET/ BANDI			
	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
Retropatellare Schmerzen i.Sitzen	7	8	4	1	9	5	20	14
Schmerzen beim Treppensteigen	7	8	5	1	9	6	22	15
Schmerzen im Kniegelenksspalt	5	9	4	1	7	5	16	15
Schmerzen b.Gehen	5	7	5	1	5	3	15	11
Retropatellare Schmerzen insges.	8	9	6	1	9	6	24	16
Provozierte Schmerz	9	9	5	3	9	5	23	17
Anspannungs-schmerz	9	9	4	2	9	5	22	16
Verschiebeschmerz	4	5	3	1	8	3	15	10
Bewegungsein-schränkung	3	2	1	2	2	2	6	6
Kniegelenkserguß oder Schwellung	7	4	6	3	6	1	19	8
Gehunsicherheit Luxation d.Patella	18	3	9	3	2	1	29	7
Krepitation	11	17	5	8	9	9	25	34
Blockieren	0	2	0	2	1	0	1	4

3. Röntgenologische Ergebnisse

Es wurde die Entwicklung der prä- und postoperativen röntgenologischen Befunde des Femoropatellargelenkes berücksichtigt.
Bei allen Patienten bestand eine Femoropatellardysplasie verschiedenen Ausprägungsgrades.
Die Verteilung der Dysplasietypen ist in Tabelle 9 aufgeführt.
Eine Patelladysplasie nach WIBERG lag in 2 der nach MAQUET/BANDI, in 18 der nach ROUX/ELMSLIE und in 12 der nach MAQUET/BLAUTH operierten Fälle vor.
Eine Patelladysplsie wurde ab Typ WIBERG II/III angenommen.
Eine Dysplasie des kondylären Gleitlagers fand sich in 7 der nach MAQUET/BANDI, in 17 der nach ROUX/ELMSLIE und in 12 der nach MAQUET/BLAUTH operierten Fälle.
Ein Genu valgum bestand in 1 der nach MAQUET/BANDI, in 11 der nach ROUX/ELMSLIE und in 7 der nach MAQUET/BLAUTH operierten Fälle.

Tab. 9: Verteilung der Patellatypen

	Patellatypen n. WIBERG und BAUMGARTL							
	I	II	II/III	III	IV	Jägerhut	Kieselst.	Total
OP n. ROUX/ ELMSLIE	1	0	5	4	3	2	3	18
OP n. MAQUET/ BLAUTH	0	0	3	4	0	3	2	12
OP n. MAQUET/ BANDI	4	3	0	2	0	0	0	9
Gesamt	5	3	8	10	3	5	5	39
%-uale Verteilung bei BAUMGARTL (normal, n = 100)	11	55	23	11	0	0	0	100
BAUMGARTL (rezid. Hydrops, n = 150)	0	6	32	62	0	0	0	100

Tab. 10: Röntgenologische Befunde prä- und postoperativ

Op.-Methode / Röntgen-Befund	MAQUET/BANDI vor	MAQUET/BANDI nach	ROUX/ELMSLIE vor	ROUX/ELMSLIE nach	MAQUET/BLAUTH vor	MAQUET/BLAUTH nach	TOTAL vor	TOTAL nach
Dysplast. Patella ab WIBERG II/III bis Jägerhut	2	2	18	18	12	12	32 80%	32 80 %
Patella-Tiefstand	0	0	0	8	0	3	0 0	11 27,5
Patella alta (INSALL/SALVATI-Index größer 1,3)	4	0	13	1	7	2	24 60	3 7,5
HAGLUNDsche Delle	4	4	5	5	2	3	11 27,5	12 30 %
Hyperpressionssyndrom (FICAT)	2	2	9	9	5	5	16 40	16 40 %
Subchondrale Sklerosierung	7	7	8	11	4	8	19 47,5	26 65 %
Subluxation Lateralisation	5	2	18	5	11	5	34 85	12 30 %
Sek. Degererationserscheinung Ausziehungen, Osteophyten	8	7	5	11	3	5	16 40	23 57,5
Verschmälerung des femoropatellaren Gelenkspaltes	7	5	7	9	5	5	19 47,5	19 47,5
Fraktur	2	2	0	0	0	0	2 5	2 5 %
Entkalkung der subchondralen Zone	6	6	10	10	4	4	20 50	20 50 %
Femurkondylendysplasie-Winkel größer 145° n. BRATTSTRÖM	7	7	17	17	12	12	36 90	36 90 %
OUTERBRIDGE ridge	1	1	2	2	3	4	6 15	7 17,5
Femoropatellararthrose	9	9	5	13	3	5	17 42,5	27 67,5
Gonarthrose	6	8	2	7	1	4	9 22,5	19 47,5
Genu valgum	1	1	11	8	7	7	19 47,5	16 40 %
Genu varum	0	0	4	4	0	0	4 10	4 10 %

Die Bestimmung einer Femurkondylendysplasie erfolgte nach BRATTSTRÖM durch Messung des Winkels zwischen den beiden Femurkondylen. Scheitelpunkt dabei ist die tiefste Stelle des Sulcus interkondylaris.
Eine Dysplasie liegt dann vor, wenn der Winkel größer als 145 ^{0} beträgt. Eine HAGLUNDsche Delle war in 30 Prozent der Fälle aufzufinden. Ihre Bedeutung als präarthrotischesFrühsymptom wird jedoch von vielen Autoren bestritten (BAUMGARTL, KRAUSE).
Eine Patella alta fand sich präoperativ in 4 der nach MAQUET/BANDI, in 13 der nach ROUX/ELMSLIE und in 7 der nach MAQUET/BLAUTH operierten Fälle.
Postoperativ lag nur in einem Fall bei ROUX/ELMSLIE und in 2 Fällen bei MAQUET/BLAUTH eine Patella alta vor.
Eine Patella alta liegt dann vor, wenn der Quotient aus Patellasehne und Länge der Patella größer als 1,3 ist (INSALL/SALVATI).
Erwartungsgemäß fand sich bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE die höchste Anzahl einer postoperativen Patella baja (Tiefstand der Patella); es waren hier 8 gegenüber 3 Fällen bei der Methode nach MAQUET/BLAUTH.
Ein präoperativ bestandenes Hyperpressionssyndrom (FICAT) lag bei 40 Prozent der Fälle vor und konnte durch kein Verfahren beseitigt werden.
Leider gibt es für die klinisch diagnostizierte Chondropathia patellae keinen entsprechenden röntgenologischen Befund, da Knorpelveränderungen nicht auf dem Röntgenbild zu sehen sind. Erst sekundäre Veränderungen, beginnend mit einer subchondralen Sklerosierung des Knochens, lassen auf eine Degeneration des Gelenkknorpels schließen (FICAT).
Das Ausmaß der Sklerosierung ist aber der Knorpelschädigung nicht proportional.
Eine Femoropatellararthrose wurde röntgenologisch dann diagnostiziert, wenn subchondrale Sklerosierung, Randzacken, Ausziehungen, unscharfe Konturierung der Gelenkfläche und eine Verschmälerung des Gelenkspaltes zu erkennen waren.

Degenerative Veränderungen im Sinne einer Femoropatellararthrose fanden sich präoperativ bei allen 9 Patienten, operiert nach MAQUET/BANDI, bei 5 der nach ROUX/ELMSLIE und bei 3 der nach MAQUET/BLAUTH operierten Patienten.
Postoperativ blieben alle degenerativen Veränderungen bestehen. Ein Anstieg der postoperativen degenerativen Veränderungen von über 50 Prozent konnte bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE vorgefunden werden.
Ein OUTERBRIDGE ridge, der für die Entstehung einer Chondropathia patellae verantwortlich gemacht wird, fand sich in 6 Fällen prä- und in 7 Fällen postoperativ.

4. Komplikationen

Die häufigste postoperative Komplikation war ein Hydrarthros, der bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE 5 mal, bei den anderen beiden je einmal auftrat.
Eine Bewegungseinschränkung fand sich 2 mal bei der Methode nach MAQUET/BLAUTH, und einmal nach der Methode MAQUET/BANDI. Eine Beugekontraktur kam einmal bei dem Verfahren nach ROUX/ELMSLIE vor.
Ein Verrutschen des Knochenspans kam einmal bei der Methode nach MAQUET/BANDI vor.
Zu einem Rezidiv der Patellaluxation kam es in 2 Fällen bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE und in einem Fall bei der Kombinationsmethode nach MAQUET/BLAUTH.
Das postoperative Vorfinden einer Patella baja oder Patella infera war erwartungsgemäß bei der Operation nach ROUX/ELMSLIE mit 7 Fällen am größten, während eine Patella baja bei der Methode nach MAQUET/BLAUTH nur einmal vorkam.
5 mal kam es postoperativ zu einem Genu recurvatum, einer Überstreckbarkeit des Kniegelenkes. 3 mal trat dies bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE, 2 mal bei der Methode nach MAQUET/BLAUTH auf (s. Tab. 11).

Tab. 11: Postoperative Komplikationen bei den drei angewandten Operationsverfahren

Art der Komplikation	Operationsverfahren ROUX/ELMSLIE	MAQUET/BANDI	MAQUET/BLAUTH	TOTAL
Genu recurvatum	3	0	2	5
Hydrarthros	5	1	1	7
Beugekontraktur	1	0	0	1
Langdauernde bzw. Narkosemobilisation	0	1	2	3
Verrutschen d. Knochenspans	0	1	0	1
Rezidiv der Patellalux.	2	0	1	3
Patella baja	7	0	1	8
TOTAL	18	3	7	28

IV. Zusammenfassende Wertung und Diskussion der Ergebnisse

Die drei angeführten Operationsverfahren nach ROUX/ELMSLIE, MAQUET/BANDI und MAQUET/BLAUTH lassen sich nur eingeschränkt miteinander vergleichen, da sie unterschiedliche therapeutische Zielrichtung besitzen. Während die beiden ersteren darauf abzielen, durch Veränderung der Patellagleitbahn und Straffung der Patellaaufhängung eine Patellaluxation oder Patellasubluxation zu beseitigen, und damit sich gut vergleichen lassen, dient die letztere Methode nach MAQUET/BANDI zur Behandlung retropatellarer Knorpelschäden ohne größere Luxationstendenz der Patella.
Die Ventralisation der Tuberositas tibiae nach MAQUET/BANDI und damit verbundene Druckentlastung im Femoropatellargelnk brachte in 7 von 9 Fällen ein gutes bis zufriedenstellendes Resultat. Die Kniegelenksbeschwerden waren oft wesentlich verbessert, röntgenologisch ergab sich keine Verschlechterung der Femoropatellararthrose, einmal sogar eine Verbesserung. Als Komplikation trat einmal ein Verrutschen des Knochenspans mit nachfolgendem Hydrarthros und Bewegungseinschränkung auf.
Die Methode nach ROUX/ELMSLIE und die nach MAQUET/BLAUTH zeigten sich als gleichermaßen gut zur Behandlung einer Patellaluxation geeignet.
Bei der ersteren kam es 2 mal, bei der letzteren einmal zu einem Rezidiv.
Hinsichtlich der Retropatellarsymptomatik, die präoperativ bei der Hälfte aller Patienten beider Methoden bestanden hatte, schnitt die Operation nach ROUX/ELMSLIE wesentlich schlechter ab. Hier stellte sich bei keinem der 8 Patienten mit Retropatellarbeschwerden postoperativ eine Besserung ein. 5 Patienten ohne Retropatellarsymptomatik hatten postoperativ Retropatellarbeschwerden.
Demgegenüber trat eine Retropatellarsymptomatik bei der Methode nach MAQUET/BLAUTH postoperativ nur einmal noch auf. Präoperativ klagten hier 6 von 12 Patienten über ein solches Beschwerdebild.
Aus diesem Grund und wegen des häufigen Auftretens einer postoperativen Patella baja ergab die Methode nach ROUX/ELMSLIE bei 11 von 19 Patienten keine zufriedenstellenden

Ergebnisse, während die Operationsmethode nach MAQUET/ BLAUTH nur in 2 Fällen nicht zu einem zufriedenstellenden Resultat führte.

Ein Patientengut von 40 Personen, noch dazu bezüglich der Altersverteilung sehr inhomogen, läßt nur bedingt Vergleiche zu.
Hinzu kommt die unterschiedliche therapeutische Zielrichtung der angewandten Operationsverfahren.
Bei der Patellaluxation steht die Beseitigung der Luxationstendenz durch Korrektur der Gleitbahn und Straffung der Patellaaufhängung im Vordergrund der Behandlung.
Demgegenüber erfordert der retropatellare Knorpelschaden bei nur leicht dysplastischen oder regulären Gleitlager ohne Luxationstendenz eine andere Therapie.
Gemeinsamer pathogenetischer Nenner der Chondromalazie und der Femoropatellararthrose ist nach MAQUET und BANDI der, aus welchen Gründen auch immer, erhöhte femoropatellare Druck.
Seine Reduktion bedeutet eine wirksame kausale Therapie.
Die Vorverlagerung der Tuberositas tibiae und die damit erreichte Verlängerung des Hebelarmes des Streckapparates ergibt eine nicht unwesentliche Druckentlastung im Femoropatellargelenk.
Durch die Ventralverlagerung der Tuberositas tibiae um 10 mm wird der Druck der Patella auf die Femurkondylen nach Berechnungen BANDIs um 20 Prozent verringert. Die errechnete Druckreduktion konnte durch piezoelektrische Messung am Leichenknie größenordnungsgemäß verifiziert werden (BANDI, BRENNWALD).

Die erreichten klinischen Ergebnisse mit 7 guten Resultaten in 9 Fällen bestätigen diesen BANDI/MAQUET - Effekt und stimmen mit Berichten anderer Autoren, die ähnliche Ergebnisse erzielten, überein (s. Tabelle 12).

Tab. 12: Übersicht der Ergebnisse anderer Autoren
Operation: Vorverlagerung der Tub. tibiae nach MAQUET/BANDI

Autor	n	Gut	befriedigend	schlecht	Beob.-Zeitraum
BANDI	100	70	18	x6+6= 12	60 Monate
BRUNNER	30	16	5	9	12 "
BURRI	25	6	6	x10+3= 13	14 "
FREIBURGHAUS	10	1	5	x 1+3= 4	8 "
NASSERI/ SÜSSENBACH	10	7	2	1	10 "
SCHLENZKA	22	6	12	x 4	14 "
WESTERMANN	31	8	14	x5+4= 9	?
GUILLAMOS	71	zus. 54		17	12 "
TOTAL	299	zus. 227		72	18 Monate
%	100	76		24	

x= "unveränderter" Zustand wurde nach dem WEIGERTschen Schema den schlechten Resultaten zugerechnet.

Verglichen mit anderen Operationsverfahren zur Behandlung der Femoropatellararthrose wie Abrasio patellae und Patellektomie bringt die Ventralisierung der Tuberositas tibiae zumindest gleich gute Ergebnisse. Häufig bietet sich bei der Ventralisierung noch zusätzlich die Durchführung einer Abrasio patellae an.

Tab. 13: Übersicht der Ergebnisse anderer Autoren
Operation: Abrasio patellae

Autor	n	Gut	Mäßig	Schlecht
BENTLEY	40	10	30	--
HENCHE	60	zus. 53		7
Operation: Patellektomie				
BENTLEY	60	zus. 46		14
DINHAM	54	zus. 35		19
BURTON	55	19	19	17
GECKELER	39	20	9	10
SCOTT	101	5	--	96
WEST	21	16	2	2
TOTAL	290	zus. 142		148
%	100	49		51

Im Gegensatz zur Methode nach MAQUET/BANDI zielen die beiden anderen Operationsverfahren darauf ab, die Lateralisierung der Patella zu beseitigen und valgische Zugrichtung der Streckmuskulatur zu korrigieren und damit die Gleitbahn der Kniescheibe so zu sichern, daß Rückfälle in die frühere Lageanomalie verhindert werden. Durch die dreieckige Tibiaform (im Querschnitt) geht jedoch die Medialversetzung der Tuberositas tibiae stets mit einer Dorsalversetzung einher. Folge davon ist ein erhöhter Druck im Femoropatellargelenk (BLAUTH, GOUTAILLIER, MAQUET, RAMADIER), der durch Distalversetzung der Tuberositas tibiae noch verstärkt wird. Durch diesen Effekt kommt es bei den dysplastischen Gelenken rasch zu subjektiven Beschwerden und zu degenerativen Veränderungen im Femoropatellargelenk, wie man das auch bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE feststellen konnte (s. Tab. 14).
Interessant dabei ist, daß klinische Symptome früher als röntgenologisch erfaßbar degenerative Veränderungen auftreten.
Oft wurden Knorpelveränderungen im Sinne einer Chondropathia patellae klinisch diagnostiziert (Patellarsyndrom), während röntgenologisch noch keine Veränderungen nachzuweisen waren.
Tabelle 14 bringt einen prä- und postoperativen Vergleich zwischen klinischem und röntgenologischen Erscheinungsbild aller untersuchten Patienten, aufgeschlüsselt nach den angewandten Operationsverfahren.

Tab. 14: Vorkommen und Entwicklung vom klinischen und röntgenologischen Erscheinungsbild der Chondropathie im Femoropatellargelenk aufgeschlüsselt nach den drei durchgeführten Operationsverfahren

OP-Methode	präoperativ		postoperativ	
	Zahl der Fälle mit Chondropathie lt. klin.Unters.	Zahl der Fälle mit degen. Veränderg.im Femoropatellargelenk Röntgenol.	Zahl der Fälle mit Chondropathie lt. klin. Unters.	Zahl der Fälle mit degen.Veränderg. im Femoropatellargelenk Röntgenol.
ROUX/ELMSLIE	11	9 (davon 4 Skler.)	13	16 (3 Skler.)
MAQUET/BLAUTH	5	4 (davon 1 Skler.)	3	8 (3 Skler.)
MAQUET/BANDI	9	9	6	9
TOTAL	25	22	22	33

Wichtig ist weiterhin, daß degenerative Veränderungen postoperativ immer sichtbar blieben, während klinische Symptome postoperativ teilweise nicht mehr erkennbar waren. Ausnahme bildet die Krepitation, die, wenn einmal präoperativ diagnostiziert, immer auch postoperativ auftrat.

Tab. 14 a: Vorkommen und Entwicklung einer Chondropathia patellae bei den drei durchgeführten OP-Methoden

OP-Methode	Zahl der Fälle mit Chondropathia		Entwicklung der Chondropathia		
	präoperativ	postoperativ	schlechter	konst.	besser
ROUX/ELMSLIE	9	13	8	4	1
MAQUET/BLAUTH	5	5	1	2	2
MAQUET/BANDI	9	9	1	1	7

Ebenso wie bei den Dysplasien des Femoropatellargelenkes ohne Patellaluxationstendenz oder dem chondropathischen Überlastungsschaden am regulären femoropatellaren Gleitlager erweist sich auch bei Patienten mit Luxationstendenz der Patella die Ventralisation der Kniescheibe mit ihrem BANDI-Effekt als biomechanisch und klinisch sinnvoll.
Dies zeigen deutlich die guten Ergebnisse der kombinierenden Methode nach MAQUET/BLAUTH, die eine Medialisierung und Ventralisierung der Patella beeinhaltet.
Dieses Verfahren vereinigt die günstigen biomechanischen Voraussetzungen für eine operative Therapie der Femoropatellardysplasie sowohl hinsichtlich der Medialisierung als auch der Ventralisierung der Patella.
Es vermeidet den negativen BANDI-Effekt der Methode nach ROUX/ELMSLI, der hier durch die Medial- und Distalverlagerung des Ligamentum patellae zustandekommt.
Neben den biomechanischen Folgen der Dorsalverlagerung der Tuberositas tibiae spielt auch das häufige Auftreten von Komplikationen eine wichtige Rolle für die schlechten Ergebnisse der Operation.
Hierbei sind an erster Stelle das postoperative Vorliegen einer Patella baja zu nennen, die erwartungsgemäß bei der Operation nach ROUX/ELMSLIE zu erwarten war.
7 mal trat hier postoperativ eine Patella baja auf, bei der Methode nach MAQUET/BLAUTH nur einmal.
Eine Patella baja kann die Druckkräfte im Femoropatellargelenk erhöhen und somit erhöhten Verschleiß und subjektive Beschwerden verursachen (TRILLARD).
Die charakteristischen Befunde waren retropatellare Beschwerden, Krepitation, Bewegungseinschränkung.
Die Symptome werden durch den Druck der Patella auf die darunterliegenden Teile des Femur, des HOFFAschen Fettkörpers und der Tibiakondylen erklärt.
Die Diagnose der Patella baja wird röntgenologisch gestellt. (INSALL/SALVATI-Methode)
Der Quotient aus Länge des Ligamentum patellae und Länge der Patella war hier deutlich unter 0,9.

Im Gegensatz hierzu ist der Quotient bei dem Vorliegen einer Patella alta größer als 1,3 (INSALL/SALVATI). 60 Prozent der untersuchten Patienten hatten präoperativ eine Patella alta, die von JANSEN, PITZEN, ANDERSEN, ROHLEDERER und RÜTT als führendes Kennzeichen der habituellen Patellaluxation angesehen wird.
Bei jeder operativen Beseitigung einer Patella alta ist darauf zu achten, daß die Tuberositas tibiae nicht zu weit nach distal versetzt wird.
Neben dem Vorliegen einer Patella baja oder einer Patella alta spielt auch die Lage der Patella im Gleitbett eine wichtige Rolle. Wie bei anderen Autoren (MANSARD, GOUTAILLIER, RAMADIER, TRILLARD) beeinflußt eine Überkorrektion (Patella liegt zu weit medial) oder auch eine ungenügende Lagekorrektion (Patella weiterhin lateralisiert) die Ergebnisse aller Operationen negativ.
Einen Überblick gibt Tabelle 15.
3 mal wurde bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE, 2 mal nach dem Verfahren nach MAQUET/BLAUTH postoperativ ein Genu recurvatum beobachtet. Anscheinend wurde hier während der Operation die Apophyse des Tibiakopfes verletzt.

Tab. 15: Postoperative Entwicklung von degenerativen Gelenkschäden in Abhängigkeit von der operativ erreichten Lage der Patella

Postop. degenerat. Gelenk-schäden		Zentrierte Patella	Patella lateralisata	Patella alta	Patella baja	Genu recurvatum
I.	keine	3	0	0	2	1
	konstant	3	0	1	0	0
	schlechter	7	6	0	5	2
	besser	0	0	0	0	0
II.	keine	2	2	1	0	1
	konstant	0	2	0	0	0
	schlechter	3	2	1	1	1
	besser	1	0	0	0	0
III.	keine	0	0	0	0	0
	konstant	4	0	0	0	0
	schlechter	2	2	0	0	0
	besser	1	0	0	0	0

I = OP n. ROUX/ELMSLIE, II = OP n. MAQUET/BLAUTH
III = OP n. MAQUET/BANDI

Einen Vergleich der Operationsergebnisse bezogen auf das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation ist nur beschränkt möglich, da das Durchschnittsalter bei den nach der Methode nach MAQUET/BANDI operierten Patienten 38,5 Jahre betrug, während es bei den Patienten der beiden anderen Operationsverfahren wesentlich niedriger lag. Im allgemeinen fiel das Ergebnis der Operation um so schlechter aus, je jünger die Patienten waren.

Tab. 16: Ergebnisse der Operationsmethoden in Abhängigkeit vom Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation

Alter in Jahren	GUT			BEFRIEDIGEND			SCHLECHT			TOTAL
	o	o	ges.	o	o	ges.	o	o	ges.	
bis 10	1	2	3	0	1	1	3	4	7	11
bis 20	1	4	5	0	3	3	2	5	7	15
20 bis 30	0	0	0	1	1	2	0	1	1	3
30 bis 40	2	1	3	3	0	3	1	0	1	7
älter 40	2	0	2	0	1	1	0	1	1	4
TOTAL	6	7	13	4	6	10	6	11	17	40

Ein wesentlicher Grund dafür liegt in der Verletzungsgefahr der Tibiakopfapophyse mit Folgekomplikation in Form eines Genu recurvatum.
Zum anderen läßt sich am noch wachsenden Skelett das Ausmaß der Distalversetzung nicht genau bestimmen, was somit die Gefahr des Auftretens einer Patella baja mit weiterem Wachstum mit sich bringt.
Auf Grund der oben erwähnten hohen Komplikationsgefahr sollte vor Abschluß der Pubertät kein Eingriff mit Versetzung der Tuberositas tibiae vorgenommen werden.
Bei Kindern und Jugendlichen sind deshalb Weichteiloperationen zur Beseitigung einer Luxationstendenz der Patella vorzuziehen. (FICAT).
Operative Eingriffe an den Weichteilen, wie die Retinakulaspaltung, werden im allgemeinen bei leichteren Fällen einer Patellalateralisation durchgeführt und weisen gute Erfolge auf (s. Tab. 17).

Tab. 17: Ergebnisse einzelner Autoren nach Retinakulumspaltung

Autor	n	Gut	Mäßig	Schlecht
BAUMANN	57	28	13	15
CROSBY	12	9	2	1
FICAT	82	67	10	5
VILLINGER	100	85	14	1
TOTAL	251	189	39	23
%	100	75	16	9

Reicht bei vorliegender Femoropatellardysplasie mit Luxationstendenz eine Weichteiloperation wie Retinakulumspaltung oder Kapselraffung (KROGIUS) nicht aus, so ist eine Korrektur der Gleitbahn nach der Operationsmethode nach MAQUET/BLAUTH angebracht, zumal die Rezivrate nicht höher als bei der Methode nach ROUX/ELMSLIE zu sein scheint.

V. Zusammenfassung

Nach Darstellung der Biomechanik des Kniegelenkes und insbesondere des Femoropatellargelenkes wird näher auf die Pathomechanik des Femoropatellargelenkes sowie deren Ursachen als auch Folgen eingegangen.
Anhand von Retrospektivuntersuchungen an 40 in der Orthopädischen Universitätsklinik, dem König-Ludwig-Haus, in Würzburg operierten Patienten werden 3 Operationsmethoden näher untersucht und soweit möglich, miteinander verglichen.
Es sind dies:

1. Die Ventralversetzung der Tuberositas tibiae nach MAQUET/BANDI (9Fälle)
2. Die Medial-Distalversetzung der Tuberositas tibiae nach ROUX/ELMSLIE (19 Fälle)
3. Eine Kombination dieser beiden Verfahren mit Medialisierung und gleichzeitiger Ventralverlagerung des Ligamentum patellae - Ansatzes, wie sie von MAQUET/BLAUTH vorgeschlagen wurde (12 Fälle)

Insgesamt wurden zufriedenstellende oder gute Ergebnisse erzielt bei 7 von 9 nach MAQUET/BANDI operierten Patienten in einem Beobachtungszeitraum von durchschnittlich 2 3/4 Jahren, bei 8 von 19 nach ROUX/ELMSLIE operierten und bei 10 von 12 nach MAQUET/BLAUTH operierten Patienten.
Während bei der Methode nach MAQUET/BANDI die Ventralisation der Patella und damit die Entlastung des Femoropatellaren Gelenkes im Vordergrund steht, wirken die Methoden nach ROUX/ELMSLIE und MAQUET/BLAUTH durch die Korrektur der Patellagleitbahn nach medial vor allem einer Patellaluxation entgegen. Die Ventralisation der Tuberositas tibiae erscheint uns derzeit die beste Methode zur Behandlung von ausgeprägten retropatellaren Knorpelschäden ohne Lateralisation der Patella zu sein.

Liegt eine Patellaluxation vor, wird eine Medialisierung der Tuberositas tibiae empfohlen, die aber zur Vermeidung einer durch die Dreiecksform der Tibia bedingten Rückver-

lagerung der Patella und damit einer Druckerhöhung im Femoropatellargelenk unbedingt mit einer Ventralisation der Tub erositas tibiae verbunden sein muß (Methode nach MAQUET/BLAUTH).
Bei der Medialisierung ist weiter zu beachten, daß die Patella genau in ihrem Gleitbett zentriert ist, ein Hochstand der Patella beseitigt werden, die Patella aber nicht zu weit nach distal gezogen werden sollte, was zu einem Tiefstand der Patella mit all seinen negativen Folgen führt.
Vor der Pubertät sollten Patienten nach keiner dieser drei Methoden operiert werden, da dabei die Gefahr einer Tibiakopfapophysenverletzung groß ist und das Ausmaß der Distalversetzung der Tuberositas tibiae am wachsenden Knochen nicht genau vorher zu bestimmen ist.

Herrn Professor Dr. W. Küßwetter danke ich herzlich
für die freundliche Überlassung des Themas,
für seine Anregungen und Unterweisungen.

Dem Direktor der Orthopädischen Universitätsklinik,
Herrn Professor Dr. A. Rütt danke ich für die Überlassung eines Arbeitsplatzes in der Klinik.

C. Literatur

1. Andersen, P.Th.: Treatment of recurrent dislocation of the patella by the method of Mac Carroll and Schwartzmann. Acta chir. scand. 1959, Bd. 117, S. 252

2. Bandi, W.: Chondromalacia patellae und Femoro-patellare Arthrose, Ätiologie, Klinik und Therapie. Helv. chir. acta, 39 suppl 11:1-70 /1972

3. Bandi, W. Brennwald, J,: The significance of femoropatellar pressure in the pathogenesis and treatment of chondromalacia patellae and femoropatellar arthrosis. Excerpta medica, S 63, Amsterdam 1974

4. Bandi, W.: Vorverlagerung der Tuberositas tibiae bei Chondromalacia patellae und femoro-patellar Arthrose. Hefte Unfallheilkd., (127) 175-86/1975

5. Bandi, W.: Zur operativen Therapie der Chondromalacia patellae Zentralbl. Chir., 102 (21) 1297-1301 / 1977

6. Bandi, W.: Die retropatellären Kniegelenksschäden. Bd. 4 Akt. Probleme in Chir. u. Orthop., Schweiz 1977

7. Baumann, D., Leichs, L.: Retinakulumspaltung (Indikation, Technik, Ergebnisse). Hefte Unfallheilkd., (127) 168-74 / 1975

8. Baumgartl, F.: Das Kniegelenk. Springer, Berlin 1964

9. Beck, O., Paschold, J., Kühn, R.: Unsere Ergebnisse bei der operativen Behandlung der habituellen Patellaluxation. Beitr. orthop. Traumatologie, 19 (10) 600-6/Okt. 1972

10. Benoist, J.P., Ramadier, J.O.: Luxations et subluxations de la rotule. Rev. chir. orthop., 55 (2) 89-109 /März 1969

11. Bennet, G.A., Bauer, W.: Joint changes resulting from displacement of the patella and their relation to degenerative joint disease. J. Bone Joint Surg. (AM),19 (1937) 667

12. Bentley, G.: Chondromalacia patellae. J. Bone Joint Surg. (AM), 52 (2) 221-32, März 1970

13. Bentley, G.: The surgical treatment of chondromalacia patellae. J. Bone Joint Surg. (Br), 60 (1) 74-81, Febr. 1978

14. Blauth, W, Mann, M.: Medialversetzung der Tuberositas tibiae und gleichzeitige Vorverlagerung. Z. Orthop., 115 (2) 252-5 / April 1977

15. Blumensaat, W.: Die Lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe. Ergebnisse Chir., 31 / 1938

16. Bowker, J.H., Thompson, E.B.: Surgical treatment of recurrent dislocation of the patella.
J. Bone Joint Surg. (AM), 46, 1451 - 1461 / 1964

17. Brattström, H.: Shape of the intercondylar groove.
Acta orthop. scand. Suppl. 68 / 1964

18. Brattström, H.: Patella alta in non-dislocating knee joints.
Acta orthop. scand. 41 (5) 578-88 / 1970

19. Brunner, B., Burri, C, et al.: Ergebnisse nach Vorverlagerungsoperationen der Tuberositas tibiae (nach Bandi).
Hefte Unfallheilkd., (127) 204-20 / 1975

20. Burton, V.W., Thomas, H.M.: Results of excision of the patells.
Surg. Gynec. Obstetr. 135, 753 / 1972

21. Chapchal, G.: Die habituelle Patellaluxation und ihre Behandlung.
Chir. Praxis, Bd. 1, S. 109 / 1960

22. Crosby, E.B., Insall, J.: Recurrent dislocation of the patella. Relation of treatment to osteoarthritis.
J. Bone Joint Surg. (AM), 58 (1) 9-13 / Jan. 1976

23. Dandy, D.J., Poirier, H.: Chondromalacia and the unstable patella.
Acta orthop. scand. 46 (4) 695-9 / Sept. 1975

24. Devas, M., Golski, A.: Treatment of chondromalacia patellae by transposition of the tibial tubercle.
Br. Med. J., 1 (853) 589-91 / 10.März 1973

25. Dinham, J.M., French, P.R.: Results of patellectomy for osteoarthritis.
Postgrad. Med. J., 48, 590

26. Dougherty, J. et al.: Management of patellar subluxation. A modification of HAUSER's technique.
Clin. orthop., (115) 204-8/ 1976

27. Ficat, P.: Pathologie fêmoro-patellaire.
Paris, Masson 1970

28. Ficat, P.: Les déséquilibres rotuliens.
Paris, Masson 1973

29. Ficat, P. et al.: Le syndrome d'hyperpression externe de la rotule (s.h.p.e.) - Une entité radioclinique.
J. Radiol. Electrol. Med. Nucl., 53 (12) 845-9 / 1972

30. Fick, R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke.
Fischer, Jena 1910

31. Fielding, J. W. et al.: Tibial tubercle transfer: A long range followup study.
J. Bone Joint Surg., 56, 1315-1316 / 1974

32. Fründ, R.: Ein Beitrag zur habituellen und angeborenen Luxation der Patella.
Z. Orthop. 83 / 1953

33. Fründ, R.: Hinweis zur Röntgendiagnostik der habituellen Patellaluxation.
Z. Orthop. 90, 191 / 1958

34. Fürmaier, A.: Beitrag zur Ätiologie der habituellen, kongenitalen Patellaluxation.
Arch. orthop. Ufall-Chir., 46, 380 / 1954

35. Fürmaier, A.: Beitrag zur Mechanik der Patella und des Kniegelenkes.
Arch. orthop.Unfall-Chir., 46, 178 / 1953

36. Geckeler, E.O., Quaranta, A.V.: Patellectomy for degenerative arthritis of the knee.
J. Bone Joint Surg., 44 A, 1109 / 1962

37. Goldthwait, J.E.: Slipping or recurrent dislocation of the patella, with the report of eleven cases.
Boston, Med. Surg. J. 150, 169 / 1904

38. Goutallier, D., Debeyre, J.: Le recentrage rotuliens: Traitement de choix des arthroses fémoropatellaires latéralisées.
J. Chir. (Paris), 113 (2) 131-42 / 1977

39. Goodfellow, J. et al.: Patello-femoral joint mechanics and pathology. 2. Chondromalacia patellae.
J. Bone Joint Surg. (Br.), 58 (3) 291-9 / 1976

40. Goutallier, D., Debeyre, J.: Réaxation des rotules par transposition de la tubérosité tibiale. Traitement des arthroses fémoro-patellaires latéralisées.
Nouv. Presse Med., 3 (41-43) 2557-9 /1974

41. Goutallier, D., Debeyre, J.: Le recentrate rotulien das les arthroses fémoro-patellaires latéralisées.
Rev. Chir. Orthop., 60 (5) 377-86 / 1974

42. Goutallier, V. et al.: Le recentrage rotulien dans le traitementdes arthroses fémoropatellaires externe avec déplacement rotulien.
Rev. Rhum Mal Osteoartic, 42 (3) 161-6 / 1975

43. Goymann, V., Bopp, H.M.: Chondrektomie und Gelenktoilette bei schweren Arthrosen des femoropatellaren Gleitweges.
Z. Orthop., 11 (4) 534-6 / 1973

44. Goymann, V. et al.: Neuere Untersuchungen zur Biomechanik der Patella.
Z. Orthop., 112 (4) 623-5 / 1974

45. Grana, W.A., O'Donoghue, D.H.: Patellar-tendon transfer by the slot-block method for recurrent subluxation and di slocation of the patella.
J. Bone Joint Surg.(AM), 59 (6) 736-41 / 1977

46. Grenier, R.: La Rotule et l'appareil extenseur du genou: I considérations anatomiques, physiologiques et cliniques.
Union Med. Can., 105 (1) 34-8 / 1976

47. Groeneveld, H.B.: Neuere Möglichkeiten der Behandlung der femoropatellaren Arthrose.
Z. Orthop., 111 (4) 527-9 / 1973

48. Guillamon, J.L. et al.: Traitement de l'arthrose fémoro-patellaire par la transposition antérieure de la tubérosité tibiale.
Rev. Chir. Orthop., 63 (6) 545-62 / 1977

49. Haglund, P.: Die hintere Patellacontusion.
Zbl. Chir. 53, 1757 / 1926

50. Hampson, W.G., Hill, P.: Late results of transfer of the tibial tubercle for recurrent dislacation of the patella.
J. Bone Joint Surg., (Br.), 57 (2) 209-13 / 1975

51. Hansson, G.: Die Chondropathia patellae als Prägonarthrose zur Ätiologie und Therapie anhand von Ergebnissen nach Abrasio patellae.
Z. Orthop., 112, 1036 / 1974

52. Harrison, M.H.M.: The results of a realiquement-OP for recurrent dislocation of the patella.
Clin. Orthop., 18 (96-99) / 1960

53. Hauser, D. W.: Totall tendon transplant for slipping patella.
Surg. Gynec. Obstet., 66, 199 / 1938

54. Heipertz, W., Maronna, U.: Ergebnisse der Entlastungsoperation nach MAQUET - BANDI bei Chondropathia patellae.
Z. Orthop., 113 (4) 787-9 / 1975

55. Henche, H.R.: Klinik und Therapie der Chondropathia patellae.
Ther. Umschau, 30 (4) 255-9 / 1973

56. Henche, H.R.: Die Behandlung der Chondropathia als Präarthrose des Femoropatellargelenkes.
Z. Orthop., 112, 630 / 1974

57. Henche, H.R.: Abrasio patellae (Indikation, Technik, Ergebn.).
Hefte Unfallheilkd., (127) 156-67 / 1975

58. Henke, G.: Patellaluxationen.
Arch. orthop. Unfallchir., 69 (1) 1-11 / 1970

59. Heywood, A.W.B.: Recurrent dislocation of the patella.
J. Bone Joint Surg., 43 B, 508 - 517 / 1961

60. Hughston, J.C.: Subluxation of the patella.
J. Bone Joint Surg. (AM), 50 (5) 1003-26 / 1968

61. Insall, J., Goldberg, V., Salvati, E.: Recurrent dislocations and the high-riding patella.
Clin. Orthop., 88, 67 - 69 / 1972

62. Insall, J., Folvo, K.A., Wise, D.W.: Chondromalacia patellae. A prospective study.
J. Bone Joint Surg. (AM), 58 (1) 1-8 / 1976

63. Jani, L., Viernstein, K., Besirsky, H.W.: Über die Patellektomie und ihre Spätergebnisse.
Arch. orthop. Unfallchir., 66 (4) 286-96 / 1969

64. Janssen, G.: Die Chondropathia patellae als Prägonarthrose - Behandlungsergebnisse mit der Abrasio patellae.
Z. Orthop., 112 (4) 713-5 / 1974

65. Jansen, M.: Genu impressum und Patella alta und ihr Verhalten zu bekannten Erscheinungen wie Fetteinklemmungen, Knorpelschäden und Patellaluxation.
Z. orthop. Chir., 314 / 1930

66. Kaiser, G.: Die habituelle Patellaluxation und deren operative Behandlung.
Beitr. Orthop., Bd. 90/2, S. 1 / 1955

67. Kaufer, H.: Mechanical function of the patella.
J. Bone Joint Surg. (AM), 53 (8) 1551-60 / 1971

68. Kettelkamp, D.B.: Biomechanics of the knee - normal and abnormal, instructional course lecture.
Am. Acad. Orthop. Surg., Dallas Jan. 1974

69. Keyl, W., Viernstein, K.: Zur Behandlung von Chondropathia patellae beim Sportler.
MÜ. Med. Wochenschrift 31, 1384 / 1971

70. Kisselbach, A.: Anatomische Bermerkungung zur Verlagerung der Ansatzstelle des Lig. patellae bei Patellaluxation.
Z. Orthop. Bd. 87, S. 240 / 1956

71. Knutsson: Über die Röntgenologie des Femoropatellargelenkes.
Acta radiol. (Stockholm) 22, 371 - 376 / 1941

72. Krause, W.: Zu den präarthrotischen Veränderungen im F emoropatellargelenk.
Z. Orthop., 112 , 628 - 29 / 1974

73. Krogius, A.: Zur operativen Behandlung der habituellen Luxation der Patella.
Zbl. Chir., 31, 254 / 1904

74. Loff, F.: Die habituelle Patellaluxation als präarthrotische Deformität.
Ergeb. Chir. Orthop., 52 (605) / 1968

75. Luther, R.: Zur operativen Behandlung der Retropatellararthrose.
Z. Orthop., 111 (4) 529-31 / 1973

76. Mc. Keever, D.C.: Transplantation of the tibial tubercle.
J. Bone Joint Surg. (AM), 33 (478) / 1951

77. Mc. Keever, D.C.: Patella protheses.
J. Bone Joint Surg. 37 - A, 1074 - 1084 / 1955

78. Mc. Nab, J.: Recurrent dislocation of the patella.
J. B one Joint Surg., 34 A, 957 / 1952

79. Mansat, C. et al.: Déséquilibre rotulien et instabilité rotatoire externe du genou.
Rev. Rhum Mal Osteoartic, 44 (2) 115-23 / 1977

80. Maquet, P.: Biomechanische Aspekte der Femur-Patella-Beziehungen.
Z. Orthop., 112 (4) 620-3 / 1974

81. Maquet, P.: Biomechanics of the knee.
Springer 1976

82. Maquet, P.: Advancement of the tibial tuberosity.
Clin. Orthop., (115) 225 - 30 / 1976

83. Merchant, A.C. et al.: Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence.
J. Bone Joint Surg., 56 - A, 1391 / 1974

84. Nasseri, D. Süssenbach,F.: Therapie der Patellofemoralarthrose durch Ventralisierung der Tuberositas tibiae.
Z. Orthop., 111 (1) 84-7 / 1973

85. Noesberger, B., Freiburghaus, P.: Operation nach ELMSLIE (Indikation, Technik, Ergebnisse).
Hefte Unfallheilkd. , (127) 195-203 / 1975

86. Outerbridge, R.E., Dunlop, J.A.
The problem of chondromalacia patellae.
Clin. Orthop., (110) 177-96 / 1975

87. Outerbridge, R.E.: The Etiology of chondromalacia patellae.
J. Bone Joint Surg., (B) 43, 752 / 1961

88. Palma, A.F. de: Diseases of the knee.
Lippincot, London, 1954

89. Pridie, K.H.: A method of resurfacing osteoarthritic knee joints.
J. Bone Joint Surg., 41 B, 618 / 1959

90. Puhl, W. et al.: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Regeneration des Gelenkknorpels.
Arch. orthop. Unfallchir. 74 , 352 / 1973

91. Ramadier, J.C.: Resultats du traitement chirurgical des luxations et subluxations de la rotule.
Rev. chir. Orthop. 53, 376 / 1977

92. Rehn, J. et al.: Die Arthrose des Kniegelenkes und ihre Beziehung zur Formvariante nach WIBERG.
Mschr. Unfallheilkd., 73, 453 - 463 / 1970

93. Rohlederer, O.: L-arthrose de la surface articulaire de la rotule.
Rev. chir. orthop., Tome 50, 3, 361-368 / 1964

94. Rössler, H.: Schmerzphänomen an der Kniescheibe als Ausdruck ihrer funktionellen Sonderstellung.
Z. Orthop., 101, 494 / 1966

95. Roux: La luxation de la rotule.
Rev. Chir. / 1888

96. Rüter, A., Burri, C.: Der retropatellare Knorpelschaden.
Hefte Unfallheilkd., (127) 221-5 / 1975

97. Rütt, A.: Zur Therapie der sogenannten habituellen Patellaluxation.
Arch. Orthop. Unfallchir. 49, 304 / 1957

98. Rütt, A.: Die Patellaluxation in ihren verschiedenen Formen und deren Pathomechanik.
Z. Orthop. 110, 235-41 / 1972

99. Rütt, A.: Die Pathomechanik der Patellaluxation
Arch. Orthop. Unfallchir. 81 (2) 169-75 / 1975

100. Schlenzka, D., Würfel, M.: Ergebnisse der operativen Behandlung der Chondropathia patellae nach MAQUET/BANDI.
Beitr. orthop. Traumatol., 23 (10) 560-4 / 1976

101. Schreiber, A.: Zur Prophylaxe der Gonarthrose: Behandlung der rezidivierdenden Patellaluxation. Resultate der 1916 bis 1965 an der Klinik Balgrist operierten Pat..
Schweiz, Med. Wochenschrift, 97 (39) 1281-2 / 1967

102. Scott, J.C.: Fractures of the patella.
J. Bone Joint Surg., 36 B, 553 / 1954

103. Smilie, I.A.: Injuries of the kneejoint.
E.S. Linvingstone, 4th edition, 1970

104. Steinhäuser, J.: Operationstechnische Modifikation für die Ventralverlagerung der Tub. tibiae (Maquet, Bandi).
Z. Orthop. 116 , 126-129 / 1978

105. Stougard, J.: Chondromalacia of the patella. Physical signs in relation to operative findings.
Acta orthop. scand., 46 (4) 685-94 / 1975

106. Süssenbach, F., Nasseri, D.: Zur operativen Behandlung der patellofemoral-Arthrose durch Ventralisation der Tuberositas tibiae (nach Bandi).
Z. Orthop., 111 (4) 532-4 / 1973

107. Sutton, F.S. et al.: The effect of patellectomy on knee function.
J. Bone Joint Surg. (AM), 58 (4) 537-40 / 1976

108. Trillat, A. et al.: Diagnostic et traitement des subluxations recidivantes de la rotule.
Rev. Chir. Orthop. 50, 813 / 1964

109. Villiger, K.J.: Zur patella-Chondropathie. Erfahrungen bei 100 Medialisierungen.
Chirurg., 47 (10) 547-54 / 1976

110. Weigert, M.: Die habituelle Patellakontusion und ihre Behandlung.
Z.f. Orthop. u. Grenzgebiete 103, 345 / 1967

111. West, F.E. et al.: Recurrent dislocation of the patella in the adult.
J. Bone Joint Surg., Bd. 40 A, S. 286 / 1958

112. Westermann, G.: Ergebnisse nach Vorverlagerungsoperationen der Tub. tibiae.
Hefte Unfallheilkd., 127, 215 - 219, 1976

113. Wiberg, G.: Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint with special reference to chondromalacia patellae.
Acta orthop. scand., 12 , 317 / 1941

114. Wiles, P.H. et al.: Chondromalacia of the patella. A Study of later results of excision of the articular cartil.
J. Bone. Joint. Surg., 52 A, 221 / 1970

115. Zippel, H.: Meniscusverletzungen und Meniscusschäden.
J.A. Barth, Leibzig 1973

U n t e r s u c h u n g s b o g e n

Name: Vorname: Geb.-Dat.:

Beruf: Anschrift:

Krankenhausaufenthalt vom bis = Tage

Behandelnder Arzt:

---

1. Diagnose:

   Nebendiagnosen:

---

2. Datum und Art der durchgeführten Operation:

---

3. Pathogenese:

---

4. Komplikationen postoperativ: Ja/Nein

   Wenn ja, welche?

---

5. Anamnese:

Beschwerden: Seit Jahren Monaten

Schmerzen: Stark - mittel - schwach	prä OP	post OP
a) ohne Belastung: 1. bei Streckung		
2. bei Beugung		
b) mit Belastung 1. beim Gehen		
2. Treppenaufstieg		
3. Treppenabstieg		
Lokalisation der Schmerzen a) retropatellar		
b) parapatell. med.		
c) parapatell. lat.		
Schwäche- oder Krampfgefühl: Ja/Nein		
Gehsicherheit, -vermögen:		
a) sicher		
b) Einknicken		
c) Blockierung		

6. Befund:

1. Inspektion:

Schwellung: a) groß
b) mittel
c) gering

Gelenkerguß: Ja/Nein

Punktat: Menge (ml):
a) rein serös
b) rein blutig
c) blutig/serös

frisch, alt, klar, flockig, trüb, diffus

Hervortreten von Synovia: Ja/Nein

Temperaturerhöhung: Ja/Nein,
Wo?

Atrophie: Wo?
Wie stark?
(z. B. M. quadrizeps)

	prä OP	post OP
Form des Knies: a) normal b) Genu valgum c) Genu varum		
Umfangmaße: (Oberschenkel 20 cm über Knie) Differenz zw. re. u. li. Kniegelenk (in Mitte der Patella)	li. re. li. re.	li. re. li. re.
Sonstiges:		

2. Palpation:

Spontanschmerz (s.o.)
Provozierter Schmerz:
a) Bei Verschiebung der Patella
nach medial
nach lateral
b) Bei Palpation der Facetten
medial
lateral
c) Bei Druck auf oberen Rand der Patella (Zeichen n. ZOHLEN)
d) Bei Anspannen des M. quadrizeps

Meniskuszeichen:

Einklemmungen:

Bänderlockerungen: Seitenbänder
Kreuzbänder

Schubladenzeichen: Welche?

Patellarschnappen:

Krepitation: a) mit Belastung
b) ohne "

	prä OP	post OP
Bewegungsmaße - Gelenkfunktion:		
1. Streckung li./re. aktiv/passiv		
2. Beugung li./re. aktiv/passiv		
Sonstiges:		
3. Röntgenbefund:		
Form der Patella (WIBERG) im axialen Strahlengang:		
Patella alta (INSULI/SALVATI 1,3): Größe?		
HAGLUNDsche Delle:		
Hyperpressionssyndrom: 1. Verkippung der Patella 2. Subchondrale Sklerosierung		
Subluxation - Lateralisation:		
Sek. Degenerationserscheinungen: (Verkalkung, Osteophyten)		
Verschmälerung des Gelenkspaltes: me./lat. re./li.		
Femoropatellararthrose: med./lat. re./li.		

	prä OP	post OP
Fraktur:		
Entkalkung der subchondral. Zone:		
Femurkondylendysplasie: (Winkel 145° n. BRATTSTRÖM)		
OUTERBRIDGE ridge:		
Gonarthrose:		

Arbeitsunfähigkeit in %:

Arthrosezu- oder -abnahme während Behandlung:

Nachbehandlung:

Zufriedenheit:

Beurteilung:

Sportarten: Welche, wie intensiv?

Schmerzen: Im Beruf oder mehr beim Sport?

Lebenslauf

Name: Peter Schindler

Geb.-Dat.: 21. Juni 1955 in Bayreuth

Ausbildung:

1. **Schule:**

1961 - 1965:	Volksschule Bayreuth
1965 - 1974:	Neusprachliches Gymnasium Christian-Ernestinum Bayreuth
Mai 1974:	Abitur

2. **Studium:**

Wintersemester 1974/75:	Studium der Geologie in Würzburg
Sommersemester 1975 und Wintersemester 1975/76:	Studium der Tiermedizin in München
Sommersemester 1976:	Beginn des Medizinstudiums in Würzburg
März 1978:	Ärztliche Vorprüfung
März 1979:	I. Abschnitt der Ärztl. Prüfung
März bis Juni 1980:	Immatrikuliert an der Universität Kapstadt/Südafrika als visiting medical student
März 1981:	II. Abschnitt der Ärztl. Prüfung
April 1981 bis März 1982:	Praktisches Jahr in Würzburg Wahlfach: Dermatologie
April 1982:	III. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Würzburg, den 7. Juni 1982

P. Schindler